GRÉGOIRE TRÉGOUBOFF
*Maître de Recherches
au Centre National de la Recherche
Scientifique*

MAURICE ROSE
*Professeur honoraire
à la Faculté des Sciences d'Alger*

MANUEL
DE
PLANCTONOLOGIE
MÉDITERRANÉENNE

TOME I

Texte



CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
PARIS
1957

MANUEL DE PLANCTONOLOGIE MÉDITERRANÉENNE

ERRATA

VOLUME I TEXTE

Page 46, 2e colonne : 2e s/fam. SCELETONEMINAE comprend les g : SCELETONEMA, COSCINOSIRA, THALASSIOSIRA.

Page 49, 3e colonne : g. ASTEROMPHALUS comprend les esp. **flabellatus, robustus** et **arachne.**

Page 52, 3e colonne : tribu *annulatae* comprend les esp. **stolterfothii, delicatula.**
tribu *robustae* comprend l'esp. **robusta.**
tribu *imbricatae* comprend l'esp. **imbricata.**
tribu *styliformes* comprend les esp. **styliformis, setigera, hebetata, calcar avis.**

Page 53, 3e colonne : tribu *alatae* comprend l'esp. **alata.**
tribu *incertae* comprend les esp. **temperei, acuminata, castracanei.**

Page 321, 4e colonne : lire **funerarium** au lieu de **funenarium.**

Page 424, 13e ligne. Après produits génitaux, *ajouter* en sous-titre : SYSTÈMES NERVEUX ET ORGANES DES SENS.

Page 439, 45e ligne, après certaines, *ajouter :* espèces.

Page 442, tableau de diagnose des familles et des genres, voir volume II *in fine*, ce tableau remis au point avec ses figures.

Page 461, planche 102, *ajouter* après (CYPRIDINA). NAUPLIUS DE COPÉPODE (Cyclops) et après la légende *Nauplius de Cyclops*, O = œil; A_1 = Ire antenne; A_2 = 2e antenne; B = bouche; Td = tube digestif; Md = Mandibule; An = anus.

Page 463, planche 120, *lire* OITHONIDES au lieu de ORTHONIDES.

Page 464, planche 122, *lire* CORYCÉIDES au lieu de CORYICÉIDES.

Page 465, planche 136, *lire* P = pince au lieu de Pr = pince.

Page 465, planche 140, *supprimer* (suite et fin).

Page 475, planche 145, *ajouter* à la légende Gl = ponte de Glaucus sur Vélelle.

Page 484, planche 151, *lire* S. l. au lieu de S. l t, et S. g au lieu de S. l g.

Page 496, ligne 26, *supprimer* (figure dans le texte de nauplius).

Page 506, planche 160, *lire :* Stade de Krohn au lieu de Stade Krohn.

Page 508, planche 170, *lire :* LARVES D'ÉPICARIDES au lieu d'ÉPICARIOTES, à la fin de la légende *ajouter :* Et. ma = Métazoé d'*Ethusa mascarone.*

Page 508, planche 173, *lire* Z = Zoés au lieu de zz = zoés.

Page 510, planche 187, *supprimer* Pl. Me = *Pleurobranchea Meckeli.*

Page 517, 4e ligne d'en bas : *lire Pelagopleura* au lieu de *Pegalopleura.*

Page 526, 3e colonne, 1re ligne en haut : *lire Pelagopleura* au lieu de *Pegalopleura.*

Page 536, Planche 193, fig. 10 : *lire Pelagopleura* au lieu de *Pegalopleura.*

PRÉFACE

Nous devons être très reconnaissants à MM. M. ROSE et G. TRÉGOUBOFF de mettre entre les mains des chercheurs et des étudiants cet ouvrage où se trouve condensé le fruit de leur longue expérience.

Tout au cours de sa carrière, le Professeur M. ROSE n'a cessé de s'occuper du plancton qu'il a étudié non seulement au point de vue systématique, mais au point de vue de ses déplacements, de ses réactions avec le milieu, au point de vue de son importance dans le cycle vital des mers. Au large d'Alger, dans une région dont l'un de ses prédécesseurs, le Professeur Viguier avait déjà signalé la richesse, il a poursuivi inlassablement ses recherches. En dehors des Copépodes, groupe dans lequel il est passé maître, M. ROSE s'est intéressé à l'ensemble de la faune pélagique, tenant à jour un calendrier qui montre les variations saisonnières et autres de la constitution de cette faune planctonique dont les variations des courants font la diversité.

Quant à M. TRÉGOUBOFF, il est depuis de nombreuses années fixé à ce Laboratoire de Villefranche, poste d'observation merveilleux pour le plancton méditerranéen. Ses pêches, exécutées en toutes saisons, à des niveaux divers, l'ont mis en présence de la plus riche faune qu'on puisse observer sur nos côtes et aussi de la flore la plus variée. Et l'on peut dire que lui-même et ses élèves ont étudié l'une et l'autre au jour le jour. Dans les conférences données chaque année aux étudiants et aux chercheurs qui viennent de partout travailler ou accomplir un stage dans cette station de réputation mondiale, il expose les résultats de ses propres recherches, leur montrant les richesses que des circonstances particulièrement favorables font s'accumuler dans cette baie où courants de surface et de profondeur apportent tout ce monde flottant.

Que deux savants de cette qualité, deux spécialistes aussi légitimement réputés aient bien voulu joindre leurs efforts pour écrire ce Manuel de Planctonologie *est une chance peu commune qui assure la tenue exceptionnelle de cet ouvrage.*

Sans doute, ainsi qu'ils l'écrivent eux-mêmes, il ne s'agit pas d'un Traité *qui, pour être complet, eût nécessité un énorme développement et ne se fût adressé qu'à un public déjà averti. Leur but a été plus modeste : ils ont voulu simplement guider les Zoologistes dans ce monde immense que constitue le plancton et leur en montrer tout l'intérêt. En fait, la tâche était ardue qui consistait à filtrer tant de connaissances accumulées, ne retenant que l'essentiel tout en laissant apercevoir l'étendue du monde exploré.*

Que ce choix difficile ait entraîné quelque déséquilibre dans la composition, quelque disparate dans la rédaction des chapitres, il ne faut voir là que la marque originale de la personnalité propre à chacun des savants accomplis qui ont réalisé cette belle œuvre.

Mais leur but est atteint et, désormais, dans tous les laboratoires, le Manuel de Planctonologie *figurera en bonne place, aidera les chercheurs, suscitera des vocations. Qu'ils en soient remerciés!*

Au surplus, l'intérêt de cet ouvrage pour le développement de la recherche n'a pas échappé au Directeur du Centre national de la Recherche scientifique, qui, fidèle à son rôle, a bien voulu en assumer l'édition. A lui aussi, nous adressons nos plus sincères remerciements.

Louis Fage,
Membre de l'Institut.

AVANT-PROPOS

Il n'est pas nécessaire d'insister sur la place importante qu'occupe dans le cadre d'études de la zoologie marine celle du plancton, envisagé au sens large de ce terme. La faune pélagique comprend, en effet, tout un monde d'organismes de nature soit végétale, soit animale, dont les nombreux éléments appartiennent aux groupes, très importants au point de vue phylogénétique, et qu'on ne peut étudier que dans le milieu planctonique. De plus, on trouve également dans le plancton, mêlés aux formes holoplanctoniques, d'innombrables stades larvaires de tous les animaux marins, quelle que soit la biocœnose, dont ils fassent partie. Le plancton apparaît ainsi comme un monde extrêmement complexe. Son étude, commencée il y a, environ, 150 ans et poursuivie sans arrêt depuis par des savants de tous pays, a permis d'accumuler une énorme masse de documents descriptifs, éparpillés dans d'innombrables publications de toute sorte et en toutes langues, souvent introuvables ou très difficiles à se procurer quand on en a besoin.

Ces difficultés sont ressenties, avec le plus d'acuité, notamment par le personnel enseignant des Laboratoires maritimes, souvent non spécialiste en planctonologie, quand il s'agit de guider les étudiants qui viennent actuellement de plus en plus dans ces établissements et y suivent les stages afin de se familiariser avec la faune marine sous tous ses aspects. Or, nous le savons par l'expérience, les étudiants ne possèdent, généralement, que des notions théoriques, souvent vagues, sur les organismes pélagiques et ignorent, en particulier, à peu près tout des stades larvaires des Invertébrés marins.

Étant bien renseignés sur les connaissances zoologiques des participants aux stages et ayant une longue pratique du plancton méditerranéen, d'un côté de celui de Villefranche-sur-Mer, localité justement réputée pour sa faune pélagique exceptionnellement riche et variée, et de l'autre de celui des côtes d'Alger, qui bénéficie d'un apport important des formes atlantiques, passant par le détroit de Gibraltar, nous présentons dans cet ouvrage les résultats de nos observations dans le domaine planctonique, accumulés pendant plus de 30 années d'études personnelles. Ce Manuel n'est ni un Traité de Zoologie, ni un ouvrage dans le genre de celui de Steuer (Planktonkunde, 1910), excellent, mais déjà ancien et dépassé sous bien des rapports, et qui ne comporte pas, au surplus, de partie systématique, permettant la détermination de divers éléments planctoniques. Par sa conception, réalisée, de fait, déjà depuis longtemps, et dont les éléments essentiels se retrouvent dans les résumés des leçons, données au cours des stages à la Station Zoologique de Villefranche depuis 1923, il se rapproche de l'excellente « Introduction al estudio del plancton marino » de Massuti et Margalef, parue en 1950. Toutefois, le Manuel que nous présentons, moins élémentaire, est plus complet, les auteurs espagnols n'ayant pas traité les nombreux groupes importants, tels que les Actinopodes Acanthaires et Radiolaires, les Cœlentérés, les stades larvaires méroplanctoniques de Vermidiens, d'Arthropodes, d'Echinodermes, ainsi que les Mollusques pélagiques, les Tuniciers Thaliacés et les larves de Céphalocordés, auxquelles nous nous sommes arrêtés dans les limites du Manuel. Ses différents chapitres, consacrés chacun à un groupe

distinct des planctontes, ont été rédigés par les auteurs indépendamment l'un de l'autre, qui en assument ainsi, chacun, les responsabilités.

Destiné, avant tout, à l'usage des étudiants, débutants en zoologie, les chapitres du Manuel contiennent les notions essentielles concernant la morphologie, l'anatomie, l'embryologie, l'écologie et la biologie des représentants du groupe traité, avec la mention de leurs parasites, s'il y a lieu; elles sont suivies de parties descriptive et systématique, cette dernière accompagnée des tableaux dichotomiques originaux, permettant d'arriver à la détermination des familles et de principaux genres méditerranéens. Les espèces les plus communes de chaque genre sont indiquées dans les tableaux et, pour la plupart, représentées sur les nombreuses planches, qui accompagnent le texte. Nous avons cru utile de donner dans le § « Indications pratiques », la description des méthodes originales, élaborées par l'un de nous à la Station Zoologique de Villefranche, encore jamais publiées, de l'anesthésie et de la préparation de divers animaux pélagiques, généralement difficiles à conserver en bon état d'extension. On trouvera, enfin, à la fin de chaque chapitre, l'indication des « Ouvrages à consulter », contenant un index bibliographique étendu et récent, qui permettront, notamment au personnel enseignant des Laboratoires Maritimes, de se documenter, d'une manière plus complète, sur tel ou tel groupe.

Comme tous les ouvrages aussi étendus, le Manuel doit présenter, inévitablement, des défauts et des lacunes, peut-être même des erreurs. Nous croyons, néanmoins, que, tel qu'il est, il est susceptible de rendre service à tous ceux qui, soit par goût personnel, soit par obligation professionnelle, sont amenés à s'occuper des organismes pélagiques, si captivants et qui présentent, encore maintenant, un très vaste champ pour de nouvelles recherches.

L'ouvrage aussi étendu, comportant nécessairement une illustration très abondante (207 planches et plus de 2200 figures), était difficile à faire éditer actuellement. Il est probable que le Manuel n'aurait jamais vu le jour, si les Professeurs L. Fage et P. Grassé ne s'étaient pas intéressés à son sort et n'avaient pas plaidé notre cause auprès du Directeur du Centre National de la Recherche Scientifique, qui a bien voulu prendre à la charge du Centre les frais considérables de son impression. Nous les prions de vouloir bien agréer, pour cette aide, l'expression de toute notre gratitude.

CHAPITRE I

GÉNÉRALITÉS SUR LE PLANCTON MARIN

par

G. TRÉGOUBOFF

Dans la plus haute antiquité la Mer a été déjà considérée par des philosophes tels que Thalès de Millet et ses disciples comme la source de toute essence organique et comme le milieu initial pour tous les êtres vivant sur notre planète. La science moderne semble avoir fait sienne cette conception puisqu'on admet que près de 75 % des formes connues vivent encore actuellement dans la mer et qu'un quart seulement parmi elles se sont adaptées à la vie dans l'eau douce ou terrestre.

La vie organique, comme l'enseigne l'Océanographie biologique, est distribuée dans la mer d'une manière analogue à celle qui existe sur la terre, mais avec cette différence fondamentale que l'atmosphère aérienne est remplacée par le milieu liquide salé, dont les caractères physico-chimiques lui ont permis de se manifester sous d'autres formes que dans le milieu aérien gazeux.

ASSOCIATIONS ORGANIQUES MARINES

Benthos. — L'assiette solide des bassins marins présente des faciès semblables à ceux qui existent dans le domaine continental et permet, en conséquence, la constitution de diverses associations animales et végétales. Sur ses plateaux, aux sommets de ses pics ou dans ses vallées, les plantes et certains animaux, en se fixant au sol dans les endroits et sur les *substratum* qui leur conviennent le mieux, se développent et mènent une vie sédentaire soit pendant toute leur existence, soit seulement en partie. D'autres animaux, enfouis dans le sable et dans la vase ou cachés dans les pierres poreuses et les anfractuosités des rochers, sont capables de se déplacer à la surface du sol. Cette population à caractère double, sessile ou errante, vagile, constitue la première association marine, celle du Benthos.

Deux autres associations organiques marines, mais sans rapports directs avec le sol, sont devenues possibles dans le milieu liquide qui remplit l'assiette solide des mers.

Necton. — La première, qui porte le nom de Necton, est constituée par une population de nature animale, dont les représentants, dotés d'une grande puissance natatoire, sont capables de se mouvoir activement en surmontant les vagues et les courants et de parcourir, dans tous les sens et à leur gré, le milieu ambiant. A cette population, essentiellement migratrice, appartiennent la plupart des Mollusques Céphalopodes, des Poissons et des Mammifères marins.

PLANCTON

DÉFINITION ET CARACTÈRES GÉNÉRAUX

A la deuxième association marine sans attaches avec le sol on a donné le nom de Plancton, terme grec, signifiant flottant ou errant. Employé déjà par Homère dans l'Odyssée pour désigner les animaux surnageant à la surface de la mer, familier à Aristote et à d'autres auteurs de l'antiquité, ce terme a été repris dans l'Océanologie par Hensen (1887) pour définir « tout ce qui flotte dans l'eau » (Alles was im Wasser treibt). Cette définition vague et trop vaste, a été précisée depuis, et on comprend actuellement sous le nom de plancton « l'ensemble des organismes *vivants*, de nature végétale ou animale, n'ayant pas d'attaches directes avec le sol, et passant leur vie, entièrement ou partiellement, dans le milieu liquide, dans lequel ils flottent plus ou moins passivement ». Quant aux divers autres éléments du plancton, *non vivants*, se trouvant simplement en suspension dans la mer, on les désigne, depuis Kolkwitz, sous le nom de Seston.

On doit reconnaître toutefois, qu'en réalité, il existe peu de planctontes complètement passifs. Ils sont généralement mobiles, soit par la contraction de leurs corps, soit grâce aux organes locomoteurs, cils ou flagelles, dont ils sont pourvus, mais leur potentiel natatoire trop faible ne leur permet pas de lutter victorieusement, comme le font les éléments du necton, contre la force des vents ou des courants. Leur pouvoir natatoire sert principalement pour les maintenir en état de flottabilité, laquelle est facilitée encore par divers autres moyens ou dispositifs, soit externes, morphologiques, soit internes.

Formes des planctontes. — Les formes extérieures des composants du plancton, qui paraissent, à première vue, extrêmement variées, peuvent être ramenées, en réalité, aux 5 types principaux, dont les avantages en vue d'une meilleure suspension dans le milieu liquide sont si évidents qu'ils ne demandent pas d'explications détaillées. La première catégorie comprend les formes sphériques, vésiculaires; la deuxième les formes aplaties, discoïdales; la troisième les bacillaires, devenant souvent caténaires par association d'individus isolés; la quatrième les formes rubanées, et la cinquième les formes échinoïdales, c'est-à-dire sphéroïdales, munies à la périphérie d'épines, de piquants, de spicules ou de cornes, rayonnant dans tous les sens, qui empêchent ou retardent la plongée et contribuent à maintenir les organismes en suspension dans la mer.

En ce qui concerne les dispositifs internes, les planctontes possèdent généralement des vacuoles remplies d'air ou de gaz, sécrété par eux, remplacées chez des formes plus évoluées par des flotteurs diversement constitués et contenant les mêmes éléments gazeux. Ils possèdent, en outre, presque tous, des réserves alimentaires, représentées par de la graisse ou de l'huile, dont la présence allège le poids spécifique de leurs corps.

Dimensions des planctontes. — La taille des divers éléments du plancton est très variable, et elle a été prise comme *criterium* pour distinguer, d'une manière arbitraire et uniquement au point de vue pratique, 4 sortes principales du plancton :

1. le nanoplancton, constitué par des éléments ne dépassant pas 50 μ;
2. le microplancton, dans la constitution duquel rentrent les organismes de 50 μ à 1 mm;
3. le mésoplancton, dont les composants ont de 1 mm à 5 mm;

4. le macroplancton, qui comprend les formes, dont la taille, supérieure à 5 mm, peut atteindre quelques mètres, ou même plusieurs dizaines (30-40) de mètres de long, comme les Siphonophores *Apolemia* ou les chaînes de Salpes. Pour ces dernières formes on a proposé le nom particulier de mégaloplancton.

Couleur des planctontes. — La grande majorité des éléments du plancton présente le caractère commun d'être incolores et transparents. Mais ce caractère n'est pas universel, et il y a parmi eux des formes colorées, totalement ou partiellement, en bleu, violet, verdâtre, rouge ou brun. Quoi qu'il existe de nombreuses exceptions, on considère généralement les couleurs bleue, violette et verdâtre comme propres aux planctontes habitant la zone superficielle, très éclairée de la mer, tandis que les couleurs rouge et ses dérivés se rencontrent principalement chez les formes de profondeur, vivant dans les zones oligophote et aphote. La coloration des planctontes de nature végétale est due souvent à celle de leurs chromoplastes, tandis que chez des éléments de nature animale elle peut provenir de la nature de la nourriture ingérée, dont les produits assimilés, diffus ou en forme de globules d'huile ou de graisse, sont rarement incolores.

Catégories des planctontes. — On doit distinguer, en premier lieu, parmi les planctontes deux sortes d'éléments : les uns sont holoplanctoniques, et leur vie entière se passe uniquement dans le milieu pélagique; les autres, dits méroplanctoniques, ne représentent que les stades évolutifs libres de divers organismes marins, appartenant soit au necton, soit, et surtout, au benthos, ne font partie du plancton que pendant un temps plus ou moins long et, avant ou après leurs métamorphoses définitives, reprennent leurs places dans leurs biocœnoses respectives.

DIVISION ET COMPOSITION DU PLANCTON

De par sa définition, le plancton englobe les organismes vivants aussi bien de nature végétale qu'animale. Cette dualité d'origine permet de distinguer 2 sortes de plancton marin : 1) le Phytoplancton et 2) le Zooplancton, dont les rôles respectifs et l'importance dans l'économie générale de la mer sont tout à fait différents.

Phytoplancton

Dans le phytoplancton méditerranéen, il n'existe pas de végétaux de provenance benthique tels que les Sargasses de mers chaudes. Par contre, les différentes classes d'Algues microscopiques sont largement représentées par des éléments soit filamenteux, pluricellulaires, soit, et surtout, unicellulaires.

Les Myxophycées (= Cyanophycées), qui s'apparentent aux Bactéries par leur structure interne et se situent ainsi à la limite inférieure du règne végétal, sont représentées par une dizaine de formes filamenteuses, dont les principales appartiennent aux genres *Trichodesmium* et *Richelia*.

Les Xanthophycées (= Hétérocontes) sont réduites à une seule forme unicellulaire, *Halosphaera viridis*, classée autrefois parmi les Chlorophycées à cause de sa coloration jaune-verdâtre, souvent si abondante qu'elle provoque le verdissement de la mer.

Les divers Phytoflagellés nus, appartenant aux classes des Chlamydomonadines, Cryptomonadines, Chrysomonadines, etc., abondants dans la mer, sont encore mal connus à cause de leurs dimensions exiguës, variant entre 3 et 12 μ, et surtout de leur

extrême fragilité, rendant leur étude difficile même aux spécialistes du nanoplancton, dont ils font partie.

Les Phytoflagellés Coccolithophorides, pourvus d'un squelette calcaire externe discontinu, également nanoplanctoniques, sont extrêmement abondants dans la Méditerranée, et leur importance dans l'économie générale de la mer ressort avec une évidence croissante au fur et à mesure qu'on approfondit l'étude du nanoplancton.

Par contre, les représentants des classes des Phytoflagellés à squelette siliceux interne, tels que les Ébriédiens et les Silicoflagellés, sont peu abondants dans le plancton et n'ont actuellement qu'une importance tout à fait secondaire.

La plus grande partie du phytoplancton méditerranéen, du moins à certaines périodes de l'année, est constituée par les Bacillariales ou Diatomées, petites Algues unicellulaires aux parois silicifiées, et par les Dinoflagellés ou Péridiniens, revendiqués aussi bien par les botanistes que par les zoologistes à cause du mélange intime, chez eux, de caractères d'ordres végétal et animal.

Zooplancton

Dans la composition du Zooplancton rentrent les représentants de tous les groupes du règne animal, les uns holoplanctoniques, les autres méroplanctoniques.

Les Protistes, holoplanctoniques, sont représentés par des Ciliés, appartenant aux divers ordres, et qui sont soit symbiotes ou parasites d'animaux pélagiques, soit libres, parmi lesquels, les plus abondants, sont les Infusoires Oligotriches loriqués ou Tintinnides. Les Rhizoflagellés, très nombreux, comprennent les Foraminifères pélagiques, tels que les Globigérines et les Orbulines, ainsi que les Actinopodes Acanthaires et Radiolaires proprement dits.

Les Spongiaires. — Essentiellement benthiques, les Éponges ne sont représentées dans le plancton que par de rares « gemmules armées », produits de la multiplication végétative de quelques formes de profondeur. Leurs vraies larves ciliées, les parenchymules, les amphiblastules et les cœloblastules, ne se rencontrent dans le plancton que tout à fait accidentellement, leur vie libre dans la mer se passant généralement près du fond, en voisinage immédiat de leurs parents.

Les Cœlentérés apportent un très large tribut à la constitution du plancton. Parmi les éléments méroplanctoniques prédominent les stades pélagiques sexués d'Hydraires Gymnoblastiques et Calyptoblastiques, les Polypoméduses Anthoméduses et Leptoméduses. Sont moins abondantes les larves d'Anthozoaires, celles des Actiniaires et les Arachnactis des Cérianthaires. Par contre, sont holoplanctoniques et très nombreux les Automéduses Rhopalophores, les Trachyméduses et les Narcoméduses, les Siphonophores, presque toutes les Méduses Acalèphes, à l'exception des Lucernaires, et les Cténophores.

Les Vermidiens *sensu lato auct.* comprennent parmi les formes holoplanctoniques le groupe restreint des Chaetognathes, considérés actuellement par certains auteurs comme des Brachiopodes néoténiques, ainsi que quelques familles d'Annélides Polychètes, telles que les Alciopides, les Astéropides, les Tomoptérides, les Vanaides, les Typhloscolécides, certains Phyllodociens. Par contre, les formes larvaires méroplanctoniques de Vers, très abondantes, proviennent de Polychètes errants et sédentaires, et sont représentées par des larves soit typiques, telles que les trochosphères et les trochophores, soit aberrantes, comme les mitraria des Maldanéides, les actino-

troches des Phoronidiens. Les larves de Goette et de Müller de Polyclades, les pilidium de Némertes, celles de Géphyriens et en particulier des Phascolosomes, se rencontrent en abondance dans le plancton.

Les Bryozoaires, qui sont tous benthiques, fournissent au plancton des larves pélagiques de plusieurs types : alcyonidien, vésicularien, cellularidien, cyclostomidien, parmi lesquelles la plus commune est le cyphonaute de *Membranipora.*

Les Mollusques. — Les larves trochophores et véligères de tous les Mollusques benthiques, Amphineures, Scaphopodes, Lamellibranches et Gastéropodes, en grande partie indéterminables, abondent surtout dans le plancton de surface, près des côtes. Les représentants de plusieurs ordres de Gastéropodes, ayant subi des modifications profondes de leur organisation générale, se sont adaptés à la vie pélagique et sont devenus holoplanctoniques. Parmi les Prosobranches Cténibranches existe ainsi le groupe des Mollusques Hétéropodes, tandis que chez les Euthyneures Opisthobranches cette adaptation a donné, chez les Tectibranches, les Ptéropodes Thécosomes et les Gymnosomes, et chez les Phanérobranches, les Phyllirhoides et quelques Nudibranches peu modifiés, semi-benthiques, semi-pélagiques, tels que *Glaucus, Fiona, Tethys.* Les Céphalopodes, excellents nageurs appartenant au necton ou à la partie vagile du benthos, fournissent au plancton soit des larves, soit de très jeunes individus, trop faibles encore pour pouvoir s'échapper du milieu planctonique et mener une vie nectonique indépendante.

Les Crustacés apportent une large contribution au plancton et peuvent constituer, à certaines périodes de l'année et notamment en été, sa part la plus importante. Parmi les formes holoplanctoniques la première place revient aux innombrables Copépodes, ensuite aux Cladocères, représentés dans la Méditerranée par les genres *Podon, Evadne, Pénilia,* et aux Ostracodes pélagiques. Les Euphausiacés, les Amphipodes, les Isopodes et les Cumacés sont moins nombreux et se rencontrent dans le plancton soit en liberté, soit comme commensaux ou parasites de divers animaux pélagiques. Quant aux Crustacés benthiques, Cirripèdes, Stomatopodes, Décapodes Macroures et Brachyures, ils sont représentés dans le plancton par les divers stades évolutifs de leurs larves, tels que les nauplii, les zoe, les mysis, les mégalopes, etc.

Les Échinodermes méditerranéens, uniquement benthiques, participent largement à la composition du plancton par leurs larves : les echinoplutei d'Echinides, les ophioplutei d'Ophiures, les auricularia, les doliolaria, les pupes et les pentactules d'Holothuries, les bipinnaria et les brachiolaria d'Astérides.

Les Entéropneustes, également benthiques, sont représentés dans le plancton par plusieurs espèces des larves Tornaria.

Les Tuniciers tiennent une large place dans le plancton par leurs formes holoplanctoniques et comprennent les Perennicordes Appendiculaires, petit groupe de formes aberrantes, néoténiques, et les Caducicordes Thaliacés, les Pyrosomides, les Salpides et les Doliolides. Quant aux Tuniciers benthiques ou Ascidies, l'importance de leurs larves têtards est faible, car elles ne sont guère abondantes et leur vie pélagique est très courte, variant de quelques minutes à quelques heures seulement.

Les Céphalocordés, qui sont réduits, dans la Méditerranée, à une seule espèce *Branchiostoma lanceolatum* ou Amphioxus, ont des larves pélagiques évoluant, par contre, dans le plancton assez longtemps, au moins pendant 3 mois.

On doit mentionner enfin, quoique les Vertébrés ne soient pas compris dans le cadre de ce Manuel, que dans le plancton se rencontrent en abondance les œufs et les larves des Poissons de divers ordres.

PLANCTON NÉRITIQUE, PLANCTON OCÉANIQUE ET LEURS DIVISIONS VERTICALES

L'énumération succincte des principaux éléments du plancton fait ressortir la large participation à sa constitution des stades larvaires méroplanctoniques provenant du benthos. Or, pour les animaux benthiques, comme pour tous les organismes vivants, il y a des périodes de maturité sexuelle, différentes dans le temps pour les divers groupes, et en dépendance avec les localités où ils vivent. Il est évident que, pour cette raison, la composition du plancton subit des variations suivant les époques de la reproduction des animaux benthiques et en même temps est en rapport avec les divers faciès du benthos. Or, la vie benthique dans la Méditerranée, mer fermée, présentant des caractères biologiques particuliers, est prospère surtout dans les limites du plateau continental, de 0 à 200 m. de profondeur, en voisinage plus ou moins immédiat des côtes. Au delà de cette zone littorale et jusqu'aux plus grandes profondeurs connues dans la Méditerranée, environ 4.600 mètres, s'étend le domaine abyssal avec une population benthique assez pauvre, mais différente de celle du plateau continental. La composition du plancton, même superficiel, variera ainsi non seulement aux diverses saisons de l'année, mais également suivant les endroits des pêches. Le plancton pris en voisinage des côtes, au-dessus du plateau continental, qu'on désigne sous le nom de plancton néritique, comprendra une grande quantité d'éléments méroplanctoniques du benthos littoral; par contre, le plancton pris au large, dit océanique ou de haute mer, sera caractérisé par la prédominance d'éléments holoplanctoniques avec l'addition de stades évolutifs de représentants du benthos abyssal.

Les pêches verticales du plancton, effectuées dans le domaine abyssal, ont montré que la composition de ce dernier variait également suivant la profondeur. On a pu distinguer ainsi 4 sortes de plancton, correspondant aux 4 zones de profondeur, caractérisées, dans la pratique, chacune par la présence d'une famille ou d'un ordre des Radiolaires, étroitement localisés :

1. le phaoplancton, confiné entre 0 et 100 m, avec les Radiolaires coloniaux ou les Polycyttaires;
2. le knéphoplancton, entre 100 et 400 m, contenant les Radiolaires Phaeodariés Challengerides;
3. le scotoplancton, de 400 à 1500 m environ, avec les Radiolaires Phaeodariés Tuscarorides;
4. le nyctoplancton, à partir de 1500 m et au delà, caractérisé par les Radiolaires Phaeodariés Pharyngellides.

Le plancton néritique de la zone littorale ne comprendrait ainsi que le phaoplancton et la partie supérieure du knéphoplancton, et on le désigne sous le nom d'épiplancton ou de plancton de surface.

En réalité la séparation trop nette entre les diverses zones du plancton n'existe pas, car dans le milieu liquide le mélange et le chevauchement des couches se produit constamment sous l'influence de divers facteurs soit physico-chimiques, soit météorologiques, mécaniques, et détermine ainsi l'apport d'éléments de profondeur qui se mêlent

à ceux de l'épiplancton. Mais à côté de ces variations, souvent, occasionnelles, dues principalement à l'action d'agents atmosphériques, il en existe une autre, périodique et constante, propre au plancton lui-même, qu'on désigne sous le nom de sa migration journalière verticale.

MIGRATION VERTICALE JOURNALIÈRE DU PLANCTON ET SON FACTEUR RÉGULATEUR, LA LUMIÈRE

La migration verticale journalière du plancton consiste en la montée, le soir, vers la surface de la mer, où ils séjourneront pendant la nuit, d'éléments planctoniques venant de profondeur; mais avant le lever du soleil se produit le phénomène inverse, la descente en profondeur, pouvant atteindre, pour certains planctontes, jusqu'à 400 ou 500 m. On peut distinguer ainsi le plancton diurne et le plancton nocturne, ce dernier beaucoup plus riche, caractérisé par la présence à côté de stades larvaires méroplanctoniques, bien plus abondants que de jour, de nombreux représentants vagiles du benthos, tels que les Vers Annélides Polychètes errants, les Cumacés, divers autres Crustacés nageants, etc., comme l'ont montré notamment les résultats des pêches de nuit, effectuées par FAGE et LEGENDRE, à Banyuls et à Concarneau.

On savait pratiquement depuis longtemps que cette migration verticale journalière du plancton était subordonnée à l'intensité de l'insolation, puisque la descente du plancton, rapide par les matinées claires, était beaucoup plus lente et tardive par les journées nuageuses, sans soleil. Cette constatation empirique a été confirmée d'ailleurs expérimentalement par ROSE (1925), d'après lequel la lumière semble être le facteur le plus important, en provoquant et en dirigeant les mouvements propres des planctontes et en réglant le niveau de leur natation.

C'est également la lumière qui règle la composition et la distribution du plancton dans les 4 zones, en lesquelles on divise le domaine abyssal océanique. En effet, la zone de phaoplancton de 0 à 100 m est une zone polyphote, zone de la pénétration *maxima* de la lumière dans la mer, dans laquelle prospèrent surtout les organismes de nature végétale, pourvus de chromatophores et réalisant la photosynthèse. La zone du knéphoplancton, de 100 à 400-500 m, est une zone mésophote, faiblement éclairée, et sa limite inférieure semble être également celle de tous les organismes de nature végétale normalement autotrophes. La zone du scotoplancton de 400 à 1500 m est oligophote, dans laquelle pénètrent encore les derniers rayons de la lumière, susceptibles d'influencer une plaque photographique, tandis que la zone du nyctoplancton, au delà de 1500 m, est une zone aphote où règne, théoriquement, la nuit complète.

AUTRES FACTEURS RÉGULATEURS DU PLANCTON

TEMPÉRATURE. — Au facteur lumière est étroitement liée la température, à laquelle LOEB et son école attribuaient même le rôle prépondérant dans la distribution et les variations du plancton marin. En effet, les observations annuelles continues de la faune pélagique, agencées en un calendrier et confrontées avec les mesures correspondantes de la température de la mer, indiquent que la richesse du plancton de surface, tant au point de vue quantitatif que qualitatif, est en proportion inverse par rapport au degré de cette dernière. Ainsi, par exemple, d'après les observations de près de 50 ans, faites à la Station Zoologique de Villefranche-sur-Mer, pendant les mois les plus chauds de l'année, ceux de Juin, Juillet, Août et Septembre, quand les moyennes décennales des

températures sont de 21° à 24°5 C, le plancton de surface est pauvre, réduit aux Copépodes, Cladocères, Dinoflagellés, Acanthaires, aux rares stades larvaires de Crustacés et à quelques Cténophores pérennants. Le plancton devient de plus en plus abondant et varié à partir du mois d'Octobre, avec la température décennale moyenne de 19,4°C et atteint son maximum pendant les mois les plus froids, c'est-à-dire en Décembre avec 14,5°, Janvier 13,5°, Février 12,8°, Mars 13° et Avril 14°. Ainsi, dès que la température dépasse 20°C le plancton de surface s'appauvrit et devient presque uniforme. Le plancton présente ainsi des variations saisonnières en rapport étroit avec la température; sa plus grande abondance se situe aux environs de 13 à 14°C et coïncide presque entièrement avec la température des couches profondes de la Méditerranée, laquelle est d'environ de 13°C dans ses plus grandes profondeurs explorées (13,1°C à 4200 m).

Cette action, en quelque sorte nocive, de la température a été mise en évidence expérimentalement également par Rose (1926), qui a constaté que la température de 20°C provoque une descente rapide du plancton vers le fond du récipient qui le contient.

Nourriture. — Le troisième facteur important qui influe sur la richesse du plancton est la nourriture, laquelle doit se trouver nécessairement dans la mer sous des formes qui puissent convenir à tous les planctontes quelles que soient les modalités de leur nutrition. Or, les divers sels minéraux dissous dans la mer ne sont pas assimilables, tels quels, pour la plus grande partie des éléments du plancton. Ici interviennent, en premier lieu, dans l'économie générale de la mer, les diverses Bactéries marines, dites « chémo-synthétiques », lesquelles, en réalisant diverses réactions chimiques, sont capables de se nourrir directement de certains sels minéraux entrant dans la composition de l'eau de mer. Elles apparaissent ainsi comme les premiers « mangeurs » marins, les protophages, et sont, en conséquence, autotrophes. Sont autotrophes également les éléments du phytoplancton, pourvus de chromoplastes, réalisant la photosynthèse, et qui peuvent assimiler en même temps, à l'aide de la lumière et de leurs pigments, les diverses matières se trouvant en suspension dans la mer. Confinés principalement dans la zone polyphote, désignée pour cette raison sous le nom de « pâturage » marin, ils apparaissent ainsi, avec les Bactéries, comme des « producteurs » de la nourriture primordiale pour tous les autres organismes marins, qui, eux, sont des consommateurs hétérotrophes à divers degrés.

De cet énoncé schématique du mécanisme de la production de la nourriture dans la mer, il ressort qu'une grande partie des planctontes est tributaire du phytoplancton, que leur abondance, leurs distributions et variations sont en rapport étroit avec celles de ce dernier. Or, le développement de ce dernier, sa « production », qui doit être exposée dans le chapitre suivant, est liée en grosse partie aux caractères chimiques de l'eau de mer, c'est-à-dire à la quantité des sels minéraux qu'elle contient, et notamment à celles des phosphates et des nitrates, considérés comme les plus indispensables pour la vie organique.

Facteurs chimiques. — Les quantités de phosphates et de nitrates sont bien moindres dans la Méditerranée, mer fermée, que dans les mers ouvertes, telle que, par exemple, l'Océan Atlantique. D'après les analyses de Schmidt, effectuées au cours des croisières d'exploration du *Thor* (1909-1910) et du *Dana* (1930), elles seraient, respectivement et par mètre cube d'eau : pour l'Atlantique, en voisinage du détroit de Gibraltar, de 125 mlgr pour les nitrates et de 28 mlgr pour les phosphates, dans la Mer Ibérique adjacente de 85 mlgr et de 13 mlgr et dans la partie orientale de la Méditerranée, la Mer Égée, de 5 mlgr des nitrates et de 0 mlgr des phosphates. Cette pénurie de phosphates et de nitrates est la cause initiale de la pauvreté relative, au point de vue quan-

titatif, du plancton méditerranéen en général. Si le plancton de la Mer Égée a pu être comparé à celui de la Mer des Sargasses, une des régions les plus déshéritées à ce point de vue de toutes les mers du globe, d'après les estimations de Lohmann (1903), le plancton de Messine, une des localités les plus riches à l'époque de la Méditerranée, serait 10 fois plus pauvre que dans les parages de Héligoland, 20 fois moins abondant qu'au voisinage du Groenland ; il le serait même 30 fois en comparaison de certaines régions de l'Atlantique Nord, d'après les estimations de Jespersen (1923, 1935).

Comme autres facteurs chimiques qui influent sur l'abondance du plancton on doit signaler la salinité de l'eau, sa teneur en oxygène et autres gaz dissous, le pH, les quantités de diverses substances minérales autres que les phosphates et les nitrates, ainsi que celles des matières organiques qui s'y trouvent également et soit proviennent d'apports extérieurs terrestres ou atmosphériques, soit résultent de l'excès de leur production par des organismes vivants ou sont représentées par des cadavres de ces derniers, décomposés par les bactéries.

Facteurs physiques. — Les propriétés physiques de l'eau de mer, telles que la densité, la viscosité, en relation avec la température, peuvent jouer également un rôle dans la distribution du plancton parce qu'elles déterminent les échanges, réguliers à certaines saisons de l'année et notamment en hiver, entre les couches profondes et superficielles de la mer. D'autres échanges semblables sont dus aux facteurs d'ordre météorologique et mécanique et se manifestent par des courants marins locaux, purement occasionnels, verticaux ascendants ou horizontaux, s'étalant à la surface de la mer, et qui modifient en conséquence la composition du plancton de surface.

Courants marins. — On connaît d'après la carte dressée par Nielsen (1912) les grands courants venant de l'Atlantique par le détroit de Gibraltar et leur circulation dans la Méditerranée. Mais ces courants, théoriquement fixes, subissent près des côtes des modifications fréquentes sous l'action des vents côtiers, lesquels, en conformité avec le relief de la côte, chassent au large les couches superficielles de la mer et provoquent la montée à la surface des eaux froides, venant de profondeur. Ces courants verticaux s'étalent généralement à la surface sous forme des taches lisses, arrondies ou irrégulières, et disparaissent rapidement au fur et à mesure de leur mélange avec l'eau de la surface. D'autres courants, en forme des bandes longues et plus ou moins larges, se forment à la surface de la mer sous l'action de vents soufflant parallèlement à la côte. Ils sont uniquement superficiels et ne contiennent pas d'éléments planctoniques de profondeur. Les deux sortes de courants, horizontaux et verticaux ascendants, sont désignés sous le nom de zoocourants car ils entraînent dans leurs sillages les planctontes accumulés en grande quantité, ou uniquement ceux de surface, ou additionnés d'éléments venus de profondeur. Ainsi le plancton n'est pas distribué à la surface de la mer d'une manière uniforme, contrairement à ce qui peut se produire à une certaine profondeur, à partir de 200 m, où peut exister la concordance sur de grandes étendues des caractères physico-chimiques du milieu (zones isohydres) et, en conséquence, une uniformisation relative, stable, de la composition du plancton (espaces isoplanctoniques).

IMPORTANCE DU PLANCTON

L'importance du plancton au point de vue de l'économie générale de la mer a été reconnue pratiquement déjà par les pêcheurs italiens du Moyen Age, chez lesquels existait l'adage : « che i pesci crede, che sia plancton », ce qui veut dire à peu près :

qui dit poissons, dit plancton. De simples praticiens ont décelé ainsi, depuis des siècles, les relations étroites qui existent entre l'abondance du plancton et le rendement des pêches qui les faisaient vivre. Toutefois l'importance du plancton au point de vue alimentaire ne se limite pas aux seuls Poissons, mais intéresse tous les habitants de la mer non autotrophes, qu'ils soient benthiques, nectoniques ou pélagiques. Tous, des Protistes aux Mammifères marins, ils sont tributaires du plancton et ses consommateurs aux divers degrés, et on distingue parmi eux, suivant les modalités de leur nutrition, des euryphages, des sténophages, des sestonophages, des nécrophages, ainsi que des saprophytes et des parasites. Le plancton « profite » indirectement même à l'homme quand il consomme les divers organismes marins, provenant soit du benthos, les Mollusques, les Échinodermes, soit du necton, les Céphalopodes et les Poissons.

Il ne s'agit pas de traiter ici en détail l'importance économique du plancton. La nature de la nourriture que consomment les divers planctontes sera indiquée dans les chapitres qui leur sont consacrés. Quant à la notion de la « biomasse » du milieu marin, représentée principalement par le plancton et liée étroitement en conséquence à la « production » du phytoplancton, elle doit être définie dans un chapitre particulier. Dans cet aperçu général on doit mentionner toutefois l'importance du plancton au point de vue d'études biologiques.

Comme on a pu s'en rendre compte par la description sommaire de la faune pélagique, le plancton apparaît comme un véritable monde et présente par la variété de ses éléments un intérêt capital pour des études biologiques. D'un côté, les représentants de nombreux groupes d'animaux marins, uniquement holoplanctoniques, ne peuvent être étudiés qu'au moyen des pêches planctoniques; de l'autre, les éléments méroplanctoniques représentent, pour ainsi dire, toute l'embryologie normale de la population marine, et leurs études réservent encore actuellement des surprises incessantes, en révélant des stades évolutifs de divers animaux soit jamais observés, soit même nouveaux, de provenance parfois abyssale, souvent amenés à la portée des pêches planctoniques par des courants verticaux ascendants.

PLANCTONOLOGIE MÉDITERRANÉENNE
SES ÉTAPES ET SES DIRECTIVES ACTUELLES

Les débuts de la planctonologie méditerranéenne, limités d'abord aux études d'éléments du macroplancton, se situent vers la fin du XVIIIe siècle quand Forskal eût décrit, d'une manière vraiment scientifique, quelques Siphonophores de cette mer. Celles du microplancton, tout à fait élémentaires au cours de la première moitié du XIXe siècle, ne se sont développées qu'à partir de 1845 à la suite de l'invention à cette date par F. Müller du filet pélagique actuel, permettant d'effectuer de vraies pêches planctoniques. A partir de ce moment a commencé la première étape de la planctonologie, qu'on peut qualifier de qualitative, ayant pour but, comme c'était normal, la reconnaissance et la description morphologique et anatomique de planctontes et l'interprétation de divers éléments méroplanctoniques au point de vue embryologique.

L'emploi généralisé du sac planctonique de Müller, plus ou moins modifié et perfectionné, soit pendant les diverses expéditions océanographiques, soit au cours des pêches effectuées par des Laboratoires maritimes, a permis non seulement de constater, la variabilité du plancton suivant les endroits et les zones de profondeur, auxquels elles ont été effectuées, mais de concevoir également le plancton comme une biocœnose, dans laquelle, comme dans toute association, les composants dépendent les uns des

autres, et dont l'existence et l'abondance se trouvent en rapport étroit avec les caractères du milieu ambiant. La planctonologie a subi, dès ce moment, une nouvelle orientation et elle est devenue quantitative, exigeant parallèlement avec les études qualitatives des planctontes l'analyse des caractères physico-chimiques du milieu.

Les premières études quantitatives du plancton méditerranéen ont été faites par ERCEGOVIC (1936) dans l'Adriatique. Les recherches semblables ont été exécutées, presque en même temps, dans la Méditerranée Occidentale par FAGE et BERNARD (1936) et par BERNARD seul (1938) à Monaco, Banyuls et Alger, et elles concernaient exclusivement les Coccolithophorides, Phytoflagellés Calcaires nanoplanctoniques, qui se sont révélés comme le test le plus commode et probant pour cette sorte d'études. Étroitement spécialisées, elles restent, encore actuellement, réservées à quelques rares planctonologues. Mais la conception moderne de la planctonologie exige, comme il sera exposé tout à l'heure, l'application, ne serait-ce que partielle, des méthodes de recherches écologiques également aux études qualitatives du plancton.

MÉTHODES DES PÊCHES PLANCTONIQUES

PÊCHES QUALITATIVES. — Les prises du plancton, effectuées avec les filets pélagiques en vue d'études qualitatives ou morphologiques, doivent être accompagnées, chacune, d'une fiche partant des indications suivantes :

1. le jour, l'heure, l'endroit et la profondeur, à laquelle est effectuée la pêche;
2. l'état de la mer (calme, houle, présence de courants);
3. les caractères atmosphériques (luminosité, nébulosité, pluie, direction de vents, etc.);
4. les températures de l'air et de l'eau de mer au niveau de la pêche. Dans les pêches exécutées en profondeur les températures seront prises avec le thermomètre à renversement, adapté à la bouteille Richard ou Nansen, permettant d'effectuer, en même temps le prélèvement d'eau de mer à l'endroit exact de la pêche en vue des analyses ultérieures éventuelles de la salinité, de l'oxygène et des titrages des phosphates et des nitrates.

PÊCHES QUANTITATIVES. — Les pêches en vue d'études quantitatives, limitées actuellement aux éléments du nanoplancton et en particulier aux Coccolithophorides, ont pour but la comparaison dans chaque échantillon d'eau de mer prélevé des teneurs respectives en sels nutritifs et en organismes qu'il contient. Elles sont exécutées d'après la méthode de BERNARD, exposée ici en abrégé.

La pêche se fait au moyen de bouteilles à renversement de Richard ou de Nansen d'un litre ou d'un demi-litre, et doit être accompagnée obligatoirement de la mesure de la température faite avec un thermomètre à renversement, fixé sur la bouteille. L'eau prélevée est répartie à *bord* entre 3 récipients : l'un pour le dosage *immédiat*, dans la journée, de la salinité, l'autre (200 cm^3), additionné de 3 gouttes de la solution saturée du Sublimé, pour les titrages des phosphates et des nitrates (au plus tard au cours des 15 jours qui suivent la pêche), et le troisième, avec 300-500 cm^3 d'eau, est fixé immédiatement par l'addition de 8 cm^3 du Formol à 40% neutre par 100 cm^3 d'eau; il peut être conservé pendant des années et servira pour l'étude des Protistes du nanoplancton. La numération de ces derniers se fait, après la sédimentation préalable de 6 heures, dans de petits vases en verre de 10-20 cm^3 à fond mince, qu'on examine au microscope inversé d'Utermohl. L'examen d'éléments du nanoplancton se fait par centimètre carré et permet ainsi le calcul de leur densité par litre d'eau de mer.

En plus des analyses et des titrages indiqués, les recherches quantitatives exigent l'étude de divers autres facteurs locaux d'ordres physique, météorologique, etc., dont on trouvera le programme détaillé dans le travail de BERNARD (1938).

MATÉRIEL DES PÊCHES PLANCTONIQUES QUALITATIVES INDICATIONS PRATIQUES

FILETS, CYLINDRES FILTRANTS, FLOTTEURS. — Suivant le matériel recherché, les pêches planctoniques sont effectuées avec des filets de modèles différents.

I. Pour la capture d'éléments du phytoplancton (Diatomées, Dinoflagellés) ou de Tintinnides, qu'on pêche généralement horizontalement, tout près de la surface ou à une faible profondeur, on se sert d'un petit filet (Pl. 1, fig. 1), ayant 20 cm de diamètre et long de 70 cm environ, confectionné avec de la soie à bluter très serrée, Nº 17, triple force. Le filet se termine par un manchon conique en toile, à l'intérieur duquel on place un entonnoir en laiton de 7,5 cm de diamètre, amovible, prolongé postérieurement et en dehors du filet par un tube en caoutchouc, se fermant avec une pince métallique inoxydable.

II. Pour les pêches horizontales du plancton, à cause de la pauvreté relative du plancton méditerranéen, on emploie habituellement 2 modèles des filets ouverts de grandeur différente :

un petit (Pl. 1, fig. 2), de 65 cm de diamètre et de 2 m 5 de long, et

un grand (Pl. 1, fig. 3), ayant 1 m de diamètre et long de 4 m 5, les montures et les manchons en toile à voile dans les deux modèles étant compris.

Les filets doivent être confectionnés en soie à bluter de Nº différents, de 000 à 8, afin d'assurer le filtrage de l'eau de mer, mais la dernière tranche se fait généralement avec de la soie Nº 15 (sur 17 existant dans le commerce français).

Étant donné que les filets pélagiques doivent fournir le matériel microplanctonique destiné en premier lieu aux études biologiques, on doit éviter l'usage de disques en soie, clôturant leurs extrémités postérieures, adaptés généralement aux filets de provenance nordique; leur emploi a pour résultat de transformer le produit des pêches en une galette de planctontes aplatis et déformés, bons à être utilisés tout au plus pour des évaluations quantitatives volumétriques. Cet inconvénient est évité en remplaçant le tamis de soie par un cylindre métallique en zinc ou en tôle galvanisé (Pl. 1, fig. 4), qui assure la filtration de l'eau de mer par 2 ouvertures circulaires latérales, agencées dans la partie supérieure du cylindre et clôturées avec de la soie fine. Les planctontes sont ainsi condensés dans la partie inférieure du cylindre et restent en parfait état.

Pour maintenir, au cours des pêches horizontales, les filets ouverts à la profondeur constante ne dépassant pas toutefois une dizaine de mètres, on utilisera les flotteurs en zinc (Pl. 1, fig. 5), de dimensions appropriées à la grandeur et au poids des filets qu'on attache avec une cordelette au cerceau métallique qui maintient l'ouverture du filet.

Une pêche horizontale particulière, à notre connaissance non usitée ailleurs qu'à Villefranche, est à signaler : c'est celle du « plancton de Posidonies ». Elle se pratique à l'aide d'un filet ouvert d'1 mètre de diamètre, dont le cerceau est fortement lesté avec du plomb. Le filet, long de 2 mètres environ, se compose d'une monture en toile à voile haute de 25 cm et d'un sac en forte étamine de 1 m 25 à 1 m 50 de long, se terminant par un manchon en toile de 20 cm de hauteur, auquel on attache le cylindre

filtrant approprié, de 11,5 cm de diamètre. Ce filet, s'il est convenablement lesté et traîné à la vitesse appropriée, travaille dans les prairies de Posidonies par 10-20 mètres de profondeur non comme une drague, mais comme un fauchoir à insectes et permet la capture d'éléments planctoniques particuliers, qui ne se trouvent jamais dans le plancton ordinaire, tels que le Chétognathe *Spadella cephaloptera* et les Limnoméduses *Olindias phosphorica*, *Gonionemus vertens*, *Scolionema suavensis*, qui évoluent entre les feuilles de ces Phanérogames et se posent sur ces dernières à l'aide d'organes adhésifs, dont sont pourvus leurs tentacules.

III. Les filets ouverts, lestés avec un tuyau de plomb autour du cerceau et d'une rondelle, en plomb également, attachée extérieurement à l'extrémité du cylindre filtrant, peuvent être employés pour les pêches verticales du plancton quand on se contente d'étudier l'ensemble des planctontes contenus dans la colonne d'eau entière, sans rechercher le niveau exact de séjour dans la mer d'une forme déterminée. Mais s'il s'agit d'études écologiques précises et si l'on dispose à bord du bateau d'une installation comprenant le treuil avec câble métallique et la poulie compte-tours, on utilisera de préférence, comme le plus léger et maniable, le filet fermant de Steeman-Nielsen, modèle de Jespersen (Pl. 1, fig. 6), ayant 50 cm de diamètre et long de 1 m 60 environ, confectionné en soie à bluter N° 17 triple force, se fermant au milieu de la monture en toile à l'aide d'un écrou, déclenché par un messager, et se terminant également par un petit cylindre filtrant de dimensions appropriées.

Confection, montage et conservation de filets. — Les filets planctoniques qu'on achète tout faits à des prix élevés, pour la plupart de provenance nordique, ne conviennent pas toujours pour des pêches locales en Méditerranée, et leur durée est souvent très courte, parce qu'ils sont cousus à la machine qui coupe plus ou moins la soie. Il est préférable de les faire confectionner à la main. Pour faciliter ce travail, ont été représentées sur la Pl. 1 les tranches de divers modèles de filets, les plus usuels. Les mesures données en centimètres se rapportent aux tranches définitives, telles qu'elles se présentent une fois assemblées. Pour la confection des patrons elles doivent être augmentées de chaque côté de 1,5 cm environ pour les coutures et les replis. La lettre T désigne la toile à voile, utilisée soit pour les montures des filets qu'on rattache avec une cordelette passant par des œillets en cuivre aux cerceaux en fer galvanisé, soit pour les manchons inférieurs, auxquels on fixe les cylindres filtrants, en les serrant avec une fine cordelette coulissant par 2 œillets cousus main. Les N^os^ portés sur les figures correspondent à ceux de la soie à bluter utilisée, d'après la nomenclature des maisons françaises.

Les filets en soie, sauf celui pour le phytoplancton, afin d'éviter leur déchirure au cours des pêches, doivent être soutenus avec 3 cordelettes, cousues sur les manchons et rattachées aux cerceaux, dont la longueur est de 10 cm au moins plus courte que celles de sacs en soie.

Si on lave les filets après la pêche à l'eau douce et les suspend à sécher à l'ombre, on pourra les conserver, en bon état, pendant plusieurs années.

Filtrage, Anesthésie et Fixation du Plancton en totalité. — Pour faciliter l'examen rapide du plancton soit *in vivo*, soit à l'état fixé, il est indispensable que la prise soit filtrée ou condensée dans une quantité d'eau de mer aussi petite que possible. Le filtrage peut se faire au moyen d'un large cylindre en verre clôturé à une extrémité avec de la soie, tandis que la condensation, qui est préférable, est obtenue par l'élimination de l'excès d'eau de mer à l'aide d'un dispositif, fait avec un petit enton-

noir en verre, entouré à son extrémité large avec de la soie et plongé, au niveau voulu, dans le bocal, et à l'extrémité tubulaire duquel est fixé un tube en caoutchouc qu'on amorce par aspiration (Pl. 1, fig. 7).

Avant la fixation du plancton condensé *in toto* on a souvent l'avantage de procéder à l'anesthésie de ses éléments pendant 5-15 minutes par l'addition d'un volume, double ou triple de celui de l'eau de mer, de la solution *isotonique* du Chlorure de Magnésium dans l'eau douce (7% sur les rivages français métropolitains).

La fixation de la totalité du plancton peut être faite soit au Formol neutre à 5%, additionné de quelques gouttes de Flemming (même usagé), soit au Picro-Formol (75 cm³ de la solution saturée de l'Acide picrique + 25 cm³ du Formol neutre à 40%).

Les fixations spéciales d'éléments isolés du plancton seront indiquées à la fin des chapitres rédigés par nous, consacrés aux descriptions des divers groupes de Planctontes.

Bibliographie sommaire

1938. Bernard, F. — Cycle annuel du Nanoplancton à Monaco et à Banyuls. Étude quantitative. *Ann. Inst. Océanogr.*, T. 17, f. 6.

1952. Bernard, F. — Fertilité marine et nanoplancton. Recherches récentes et programme futur en Méditerranée Occidentale. Océanographie Méditerranéenne. *Vie* et *Milieu*, Suppl. 2.

1903. Lohmann, H. — Neue Untersuchungen über den Reichtum des Meeres an Plankton. *Wiss. Meeresunters.*, Abt. Kiel, T. 7.

1923. Jespersen, P. — On the Quantity of Macroplancton in the Mediterranean and the Atlantic. *Rep. Dan. Exped. Medit.*, T. 3, N 7.

1935. Jespersen, P. — Quant. Investigations on the Distribution of Macroplancton in different Oceanic Regions. *Dana Rep.* 7.

1912. Nielsen, J. N. — Hydrographical Observations in the Mediterranean. *Rep. Dana Exped. Medit.*, T. 1.

1925. Rose, M. — Contribution à l'étude de la biologie du plancton, le problème des migrations verticales journalières. *Arch. Zool. expér.*, T. 64.

1926. Rose, M. — Le plancton et ses relations avec la température, la salinité et la profondeur. *Ann. Inst. Océanogr.*, N. S., T. 3, f. 4.

1952. Trégouboff, G. — Planctonologie méditerranéenne. Histoire et Programme. Océanographie Méditerranéenne. *Vie* et *Milieu*, Suppl. 2.

Explication des planches

Planche 1. ENGINS DE PÊCHES

Fig. 1. Petit filet à phytoplancton; la moitié du sac; fig. 2. Petit filet pélagique non fermant; une de 3 tranches; fig. 3. Grand filet pélagique : une de ses 3 tranches; fig. 4. Cylindre filtrant; modèle pour le petit sac; fig. 5. Flotteur pour pêches horizontales à faible profondeur avec filets non fermants; fig. 6. Filet fermant, modèle de Jespersen, pour pêches en profondeur; une de ses 3 tranches; fig. 7. Dispositif pour la concentration du plancton. (Toutes les fig. originales).

CHAPITRE II

LE CYCLE DE LA MATIÈRE ET DE L'ÉNERGIE DANS LA MER. ROLE DU PLANCTON

par

M. ROSE

On sait que, depuis longtemps déjà, on a pu établir à la surface du globe terrestre et en fonction du temps, un cycle de la matière organique et de ses éléments. On décrit le cycle du Carbone, de l'Azote, du Phosphore, du Soufre, etc. Ces corps simples, pris par les êtres vivants dans le milieu minéral, deviendront des substances organiques complexes; collaborant aux phénomènes vitaux, puis retourneront au monde minéral. La vie exige une circulation cyclique de matière, du minéral à l'organique et *vice versa;* et ce double mouvement est corrélatif d'une circulation d'énergie qui le conditionne.

Nous avons vu que le passage du minéral à l'organique se fait, en pratique, par des photosynthèses, réalisées chez les végétaux autotrophes. Or, elles exigent une absorption d'énergie considérable pour réduire l'eau et CO^2 et recombiner leurs éléments de manière à fournir les glucides, lipides et protides, bases chimiques fondamentales de la vie.

Toutes les réactions biologiques doivent se faire au sein de l'eau et *à la température ordinaire.* Ceci n'est possible que grâce à l'intervention de systèmes enzymatiques complexes et puissants, et de réactions couplées se déroulant en chaîne. De toute façon, l'énergie initiale captée dans le milieu extérieur et fixée dans la cellule, va augmenter le potentiel énergétique de celle-ci, en même temps que sa complexité chimique s'accroît.

Dans la mer, les végétaux assimilateurs sont représentés par la ceinture d'Algues supérieures qui entourent les terres émergées; et par celles qui flottent dans certaines régions océaniques, comme la mer des Sargasses, par exemple. Mais il faut y ajouter la masse considérable des Algues microscopiques, Diatomées et Flagellés verts surtout, qui, dans toutes les mers, forment une partie importante du plancton. Leur masse est, de beaucoup, plus grande que celle des Algues côtières. Tous ces végétaux sont capables d'une vie autotrophe.

Mais dans les eaux, les radiations lumineuses pénètrent plus ou moins loin, selon l'intensité de la lumière, la hauteur du soleil sur l'horizon, l'heure, la saison, l'agitation superficielle et la transparence du milieu, la latitude.

On a pu constater en Méditerranée que la lumière est encore perceptible par la plaque photographique sensible, en été, à midi, à plus de 300 m de profondeur, mais non pas sous forme de lumière blanche. En effet, les diverses radiations qui la composent sont

plus ou moins vite absorbées par l'eau. Le rouge disparaît le premier, le bleu et le violet pénètrent le plus loin.

Il résulte de tout ceci, qu'à mesure qu'on descend dans la mer la qualité et la quantité d'énergie lumineuse disponibles, diminuent rapidement. Les réactions photochimiques deviennent de plus en plus lentes et difficiles dans les Algues planctoniques. Mais, il y a des « adaptations » certaines, bien que peu étudiées et mal connues. Les cellules produisent des « pigments sensibilisateurs » qui augmentent la gamme des radiations absorbées et leur quantité; des couples d'oxydo-réduction et des enzymes nouveaux interviennent dans la chaîne des réactions synthétisantes; la chimiosynthèse s'associe de plus en plus à la photosynthèse et, de fait, la matière organique continue à se construire. On trouve en Méditerranée des Algues vivantes jusqu'à 250 m de profondeur; tandis que dans l'Océan, elles ne dépassent guère 60 m. Dans nos eaux, la *couche euphotique* éclairée active, est particulièrement grande, grâce à l'absence de marées et de vase en suspension, d'où une grande transparence des eaux marines.

Mais nous avons vu également, que les réactions chimiques initiales exigent pour s'accomplir et se poursuivre de l'acide phosphorique, pour phosphoryler les premiers glucides formés; et des nitrates qui fourniront l'azote nécessaire à la synthèse des protides. Ces deux catégories de sels (sans doute d'autres aussi, dont le rôle est mal connu) sont absolument indispensables aux synthèses cellulaires et à la croissance des Algues planctoniques. Aussi les a-t-on désignés du nom de « *sels nutritifs* ». On sait les doser actuellement dans les eaux marines, par des méthodes colorimétriques fort sensibles; car ils y sont en très faible quantité. Par exemple, on trouve à 20 milles au large de Plymouth de 10 à 16 milligrammes de P total au mètre cube; et comme chiffre moyen pour tous les océans, 50 mmgs selon certains auteurs, tandis que d'autres disent 20 mmgs. L'azote inorganique aurait pour moyenne 450 mmgs, dont 30 d'N ammoniacal, 10 d'N nitreux et 410 d'N nitrique (nitrates).

Les analyses, expériences, constatations au laboratoire et en mer, ont, de plus, montré que ces deux éléments, N et P, doivent avoir entre eux un rapport défini pour une bonne assimilation par les Algues.

Quand l'éclairage est suffisant, les sels nutritifs en proportion convenable, les végétaux planctoniques se développent, croissent et se multiplient. La quantité de matière vivante végétale dans l'unité de volume d'eau marine augmente. Or, ces végétaux sont la proie d'animaux herbivores et omnivores, parmi lesquels les Copépodes sont les plus destructeurs et les plus abondants. De nombreuses recherches sur les Crustacés de ce groupe, ont montré que beaucoup d'espèces pouvaient vivre en absorbant uniquement des Diatomées, dont ils font une consommation considérable. On a pu déterminer la valeur, les conditions et les modalités de celle-ci. Ces Copépodes se multiplient et sont à leur tour la proie d'autres organismes pélagiques, Chétognathes, Siphonophores, Méduses, alevins de Poissons, larves de Mollusques, Vers, etc., et l'on voit que de proche en proche, la matière vivante augmente sa masse et sa variété. L'ensemble de tous les organismes vivants dans un volume d'eau défini prend le nom de « *biomasse* ».

Mais tous ces êtres vivants respirent, absorbent l'O dissous, brûlent une partie de leur substance et de leurs aliments pour en tirer l'énergie nécessaire aux manifestations vitales. Il en résulte des déchets variés, comme CO^2, des produits incomplètement brûlés, comme l'urée, l'acide urique, etc., qui sont rejetés au dehors. Une partie de la matière vivante dégradée par la combustion respiratoire et simplifiée, retourne au milieu extérieur, soit sous forme minérale, soit sous forme organique par les émonctoires naturels (résidus digestifs, urines, etc.). Ces résidus peuvent être solubles et se dissoudre,

ou insolubles et flotter en suspension très fine. On a constaté au laboratoire qu'un *Calanus finmarchicus* adulte dans un milieu très riche en Diatomées, rejette des crottes vertes toutes les 20 minutes. Des animaux coprophages pourront encore s'en nourrir.

Comme on ne connaît pas avec précision l'importance du rejet de cette matière organique morte, et qu'elle varie beaucoup selon le moment et les circonstances, on voit qu'il y a là une cause d'erreurs importantes dans les dosages de la biomasse, qui reposent sur des analyses chimiques de l'eau.

D'autre part, comme les végétaux absorbent CO^2 dissout, rejettent O par l'assimilation et font l'inverse par la respiration, il peut arriver que les deux phénomènes s'équilibrent et rien n'est changé dans l'aération du milieu; ou bien que la respiration l'emporte et alors ce milieu devient asphyxique, ou bien que la fonction chlorophyllienne prédomine et l'eau s'enrichit en O.

Ces fluctuations dans la teneur en gaz du milieu retentissent fortement sur les êtres pélagiques dont les exigences vis-à-vis de l'O varient avec les espèces ou les stades évolutifs. Indirectement les algues interviennent donc encore dans la distribution quantitative et qualitative du plancton.

Avec la profondeur la photosynthèse diminue et on arrive toujours à un niveau où elle équilibre la respiration. Ce niveau a reçu le nom de « *profondeur de compensation* ». Il varie, selon les circonstances et les régions de 10 à 45 m. Mais il est bien évident que, même dans une région donnée, cette profondeur n'est pas fixe. Elle s'élève ou s'abaisse selon les conditions lumineuses, la densité de la population pélagique, etc. Au-dessous de la profondeur de compensation, vit un *plancton de pénombre*, dont les exigences lumineuses sont moins fortes, l'hétérotrophie plus poussée. Il comprend des cellules végétales mortes ou agonisantes, en même temps que d'autres très actives. Elles serviront de pâture à des herbivores, des omnivores, mangés par des carnivores. Ce plancton se construit donc comme celui de la zone euphotique; mais il sera formé en partie d'organismes différents.

Enfin dans les profondeurs où la lumière n'arrive plus, dans la *zone aphotique*, les êtres vivants, tous hétérotrophes, ne pourront subsister qu'aux dépens de la pluie de détritus et de cadavres tombant des couches supérieures. C'est avec le sol des profondeurs, la patrie des détritophages et des nécrophages, qui eux-mêmes, serviront de nourriture à des carnivores spéciaux.

Mais dans sa descente la matière organique morte, détritus et cadavres, subit des transformations qui se poursuivront sur le sol. Certaines bactéries oxydent les substances phosphorées, et libèrent le P qui passe à l'état de phosphates solubles. En eau froide et agitée, cette opération peut être effectuée en 5 à 6 jours. Les substances azotées sont transformées par certaines bactéries en sels ammoniacaux. Cette *ammonisation* est suivie d'une *nitrosation*, œuvre d'autres germes microbiens qui oxydent l'ammoniaque formée en donnant de l'acide nitreux sous forme de nitrites; ceux-ci, oxydés à leur tour par d'autres bactéries donnent des *nitrates* par *nitratation*. On réunit sous le nom de *nitrification*, l'oxydation de l'ammoniaque aboutissant aux nitrates.

Comme elle est l'œuvre de plusieurs bactéries qui se succèdent dans leur travail, elle exige plus de temps; un ou deux mois en mer calme et chaude.

Pendant ce temps, et toujours sous l'action de bactéries spéciales, le C, l'H, le S de la matière organique sont oxydés et passent à l'état de CO^2, H^2O et $SO^4\ H^2$ (sulfates).

Et ainsi, nous voyons les substances chimiques synthétisées par les organismes vivants, retourner à l'état minéral. Elles aboutissent à une forme telle, qu'elles pourront servir de nouveau comme sels nutritifs, pour un nouveau cycle d'êtres vivants.

En résumé, l'énergie lumineuse captée par un transformateur spécial, la cellule verte autotrophe, est devenue de l'énergie chimique qui a servi à réduire CO^2 et H^2O, en faire des glucides et des lipides, puis des substances organiques phosphorées et azotées, après réduction des phosphates et des nitrates minéraux. C'est la phase des réductions endothermiques. Mais en même temps, s'accomplissent des oxydations exothermiques d'abord faibles, puis de plus en plus intenses, jusqu'à un équilibre avec les réductions, c'est l'âge mûr et la reproduction, aussi bien des individus que des populations. Enfin, les oxydations l'emportent jusqu'à la mort, et au-delà. La matière organique retourne à l'état minéral originel. On assiste donc à une évolution cyclique et couplée de la matière et de l'énergie; et le plancton en est le siège, comme tout ce qui vit. Il représente une étape fondamentale dans ce double circulus de matière et d'énergie à la surface du globe.

Mais dans la mer, les éléments minéraux, dans une région définie, n'ont pas une répartition régulière et stable. Le P total par exemple, dans la Manche à un point précis varie de 10 mmgr par mètre cube à 20 ou 30 mmgr dans des endroits très voisins. Dans une aire définie, il est passé de 10 à 16 mmgr en peu de temps. On attribue ces variations à l'arrivée de masses d'eaux étrangères amenées par les courants plutôt qu'à l'influence des saisons. On n'a pas trouvé d'accroissement du P total sur le fond, comme on l'a signalé ailleurs. La salinité n'a aucune influence. En hiver 85-90% de P total est sous formes de phosphates minéraux dissous qui tombent à 45% en été.

Le rapport de P organique à P minéral dissous varie avec les saisons. P total diminue dans les 20 premiers mètres en été, bien que les eaux superficielles soient souvent les plus riches en phosphates et en P total. Celui-ci semble mesurer la fertilité potentielle de l'eau et conditionner la production annuelle en plancton et la survie des alevins nés, en été.

Les nitrates sont plus abondants en surface l'hiver, et dans les mers calmes et chaudes que dans les eaux agitées et froides.

Sur le fond, où les dégradations bactériennes de la matière organique sont particulièrement importantes, le P et le N tendent à s'accumuler, du moins dans certaines régions. Des courants verticaux remettent ces éléments dans le circuit.

CHAPITRE III

LA PRODUCTIVITÉ DE LA MER

par

M. ROSE

D'après tout ce que nous avons dit, la mer apparaît comme le grand milieu créateur de matière vivante. Il y a un intérêt évident pour l'homme à déterminer la quantité de cette matière ou « *biomasse* » contenue dans un volume défini d'eau marine; d'en suivre, dans le temps, les fluctuations qualitatives et quantitatives; de préciser les conditions qui régissent sa production, afin, si possible, de s'en rendre maître pour des fins pratiques.

La *production* ou *productivité* de la mer sera donc représentée par la quantité de matière organique qui se trouve en un espace défini, pendant un temps donné. Elle est en réalité constituée de 2 parties : la biomasse existant à l'origine ou « *production actuelle* » et celle qui s'est produite par le développement des générations successives.

La production ou *productivité annuelle* est la quantité de biomasse formée en 1 an dans un volume d'eau déterminé, en une région donnée. Par rapport à l'année précédente, elle peut être positive, négative ou nulle, selon que la biomasse se trouve augmentée, diminuée ou restée stationnaire.

En fait, cette biomasse n'est jamais constante et subit des fluctuations variables et plus ou moins grandes. Elles dépendent en partie des variations du cycle matériel et énergétique qu'on observe dans l'évolution de la matière vivante.

Il est pratiquement impossible de déterminer avec précision la balance du cycle matériel comme du cycle énergétique pendant un temps quelque peu allongé. Trop de variables interviennent, et les difficultés techniques sont trop grandes. En pratique, on se contente de déterminer la production actuelle et d'en déduire approximativement la production annuelle, en faisant intervenir l'influence des facteurs physico-chimiques du milieu sur la vitesse de reproduction des organismes.

La quantité d'énergie qui intervient dans le cycle de la matière a reçu le nom d' « activité ». On peut théoriquement la mesurer de deux façons : déterminer par le dégagement d'O l'énergie utilisée dans la photosynthèse, ou déterminer celle libérée dans le métabolisme par le dégagement de CO^2 (respiration); les deux valeurs devraient sensiblement coïncider. Mais il est très difficile d'effectuer ces mesures, et il y a beaucoup de pertes inévaluables. Les résultats auxquels on aboutit ne doivent être considérés que comme grossièrement approximatifs.

Quoi qu'il en soit, il a fallu se préoccuper de déterminer les facteurs qui conditionnent et régissent la productivité de la mer. Certains dépendent des propriétés physico-chimiques du milieu marin; d'autres dépendent des organismes pélagiques eux-mêmes et de leurs exigences physiologiques.

En ce qui concerne le plancton, il est bien évident que certains groupes sont plus importants que d'autres; et en particulier les Algues sont d'intérêt primordial, puisqu'elles sont à l'origine de la synthèse de la matière vivante.

Ces Algues ont donc été cultivées dans des milieux artificiels amenés peu à peu, et empiriquement, à une composition telle, que la vitesse de croissance et de reproduction soit maximum, quand la température et la lumière sont le plus favorables. On a vu qu'ils devaient contenir les mêmes sels et à peu près en même proportion que pour la culture des plantes terrestres (liquides de Knop ou de Detmer plus ou moins modifiés). Mais, de plus, la nécessité de divers éléments, parfois à l'état de traces (oligo-éléments), s'est révélée : par exemple le Fer, le Manganèse, le Cobalt, le Silicium, le Soufre bivalent ajoutés au milieu de culture en quantités très faibles augmentent le rendement dans des proportions très importantes.

On a donc réussi à mettre au point un milieu de culture standard pour certaines espèces et certaines souches de Diatomées. Le genre *Nitschia* représenté par diverses races d'espèces benthiques est ainsi cultivé en permanence dans quelques laboratoires, qui l'utilisent couramment dans leurs recherches; et même en distribuent des échantillons vivants à d'autres expérimentateurs.

Naturellement, on a également déterminé les conditions de température et de lumière qui sont les meilleures pour une forme définie. Et ainsi, pour certaines Diatomées du moins, on a pu « ajuster » le végétal à son milieu d'une manière si précise, que l'algue se développe beaucoup mieux et plus vite que dans les conditions naturelles les meilleures. A la fois la vitesse de croissance individuelle et la vitesse de reproduction des générations successives ont atteint des valeurs maxima pratiquement constantes. Organisme et milieu sont adaptés l'un à l'autre, aussi parfaitement que possible.

Le rapport entre la concentration d'un élément en dehors et en dedans de la cellule constitue le « *facteur de concentration* » qui varie avec les organismes, leur état physiologique et les éléments étudiés. Les plus importants de ces rapports sont ceux de N et P, éléments essentiels pour la régulation des populations pélagiques. Le rapport N/P dans l'eau de mer est une valeur d'intérêt certain. Il donne, en effet, une idée de la consommation par les organismes et de la régénération par les bactéries, de ces 2 éléments chimiques dans une région déterminée. En général, il oscille entre 6 et 9, comme dans les êtres vivants.

Si l'on prélève un échantillon d'eau, qu'on le répartisse en bouteilles stérilisées identiques, suspendues ensuite dans la mer à diverses profondeurs, au bout d'un temps déterminé (en général 24 heures) on peut mesurer l'accroissement des algues dominantes en % de la population initiale, ou le dégagement d'O. L'optimum de croissance en mars est à 5 m de profondeur en Norvège (fjord d'Oslo); à 10 m dans le Pas-de-Calais. L'eau norvégienne est de 6-7° plus froide que celle de la Manche; moins transparente, mais plus riche en sels.

L'eau du large de Plymouth mise à la température de la salle, avec l'éclairement correspondant à 10 m de profondeur, a été additionnée de doses connues, mais variées de Nitrates et de Phosphates séparés ou mélangés. Il y a prolifération de plancton végétal et utilisation complète des sels nutritifs en peu de jours (14 pour une dose de sels 10 fois plus forte que celle de l'eau originelle).

Enfin, notons que les algues planctoniques, d'après les analyses qui en ont été faites, sont très riches en protéines (40 %), en lipides et glucides. Ce sont des aliments de très haute valeur nutritive. Sans doute aussi leur teneur en provitamines et vitamines doit-elle être élevée.

En fait, les recherches *directes* sur la productivité de la mer sont encore très peu nombreuses. Dans quelques régions, au cours de certaines croisières, la quantité de matière produite a été *calculée* à partir de données plus ou moins certaines, à l'aide de méthodes indirectes, comme par exemple la décroissance des sels nutritifs ou de CO^2 pendant une période définie. Or, les chiffres initiaux sont des valeurs très suspectes, car on ne tient pas compte de CO^2 parti dans l'atmosphère ou produit par la respiration; ni des sels régénérés par les bactéries.

La méthode de suspension des bouteilles est valable pour les eaux côtières peu profondes; mais non en croisière, ni dans les eaux profondes.

Tout récemment (1951) dans l'expédition océanographique danoise de la *Galathée*, on a utilisé une méthode directe toute nouvelle, basée sur l'emploi de l'isotope radioactif (C^{14}) du C.

Voici le *principe* de la méthode. On prépare une solution de bicarbonate de Na, de titre connu, avec du C^{14}. On en met 1 cm^3 dans des vases stérilisés, qu'on remplira avec l'échantillon d'eau de mer à étudier et on suspend la bouteille dans la mer à une profondeur déterminée pendant un temps fixé. Le plancton de la bouteille éclairé assimile à la fois le C^{12} de CO^2 dissous ou respiratoire et le C^{14} du bicarbonate. On filtre ensuite sur collodion à pores maximum de 0 μ 5. Toutes les algues sont retenues. Le filtre est traité par les vapeurs d'HCl pour enlever tout le carbone non organique, et placé dans un compteur de Geiger-Müller qui donne la radio-activité fixée par les algues. Connaissant celle de la solution originelle de bicarbonate, le CO^2 total contenu dans l'eau de mer au départ, on peut calculer le taux de la photosynthèse.

Un emploi judicieux de cette méthode, combiné à la détermination de l'intensité lumineuse aux différentes profondeurs, permet de mesurer la production de matière organique par mètre carré. La vie du C^{14} étant très longue, au moins 10.000 ans, on peut faire les déterminations au retour des croisières, sur les filtres séchés et conservés.

Les eaux de surface ont le maximum de Nitrates et Phosphates dissous en hiver. Au printemps les Diatomées se développent abondamment sous l'action de la lumière plutôt que de la température; elles vont consommer cette réserve de sels nutritifs, qu'elles absorbent aussi bien le jour que la nuit. Les cellules végétales vieillies tombent au-dessous de la surface de compensation, et vont s'ajouter aux déjections et excrétions animales, aux détritus et cadavres. Une partie de P et N retourne au milieu sous forme minérale. Les couches profondes et le fond s'enrichissent en P et N, tandis que la surface s'appauvrit. Des mouvements verticaux ou tourbillonnaires de l'eau, dus au vent, réalisent un brassage, ramenant N et P en surface, ce qui déclanchera un nouveau cycle de végétation.

Comme les bactéries dégradent la matière organique morte en donnant des phosphates et nitrates, les échantillons d'eau prélevés pour leur dosage doivent être stérilisés, si on ne les analyse pas tout de suite. On emploie $HgCl^2$ dans le cas des nitrates; du fluorure de Na et du chloroforme dans le cas des phosphates.

Jouant encore un rôle sur le développement et l'état de la « prairie pélagique », nous devons signaler l'état physiologique des Diatomées (reproduction agame ou sexuée par exemple); leur sédimentation sur le fond dans des eaux tranquilles, etc.

De plus, on soupçonne l'influence de substances organiques mal déterminées, qui seraient des oligo-éléments très efficaces *(substances ectocrines);* peut-être la cystine, le glutathion, la thiamine ou la biotine. Certaines seraient peut-être amenées par les cours d'eau, car des extraits de sol terrestre se sont révélés comme accélérateurs puissants de la croissance et de la reproduction. Mais on pense aussi que la faune de fond

pourrait libérer également des « substances de croissance » solubles, utilisées par les Diatomées.

Enfin, on a préjugé l'existence de substances inhibitrices ou antagonistes, ayant une origine analogue et bloquant plus ou moins la croissance et la reproduction des algues planctoniques.

Les organismes photosynthétisants sont représentés partout par les Diatomées et les Péridiniens. Les premières sont plus abondantes et plus variées dans les mers froides, surtout dans la zone néritique. Les Péridiniens sont nombreux partout; mais dominent en particulier dans les eaux de température moyenne élevée. Parfois, on a pu observer l'« ensemencement » d'une région par une espèce introduite d'une province géographique très éloignée. Ainsi la diatomée *Biddulphia sinensis* est commune dans le plancton des mers d'Europe. On sait qu'elle fut introduite en 1903 à Hambourg et de là, s'est propagée partout. Mais il ne faut pas tirer de ce fait des conclusions trop hâtives sur les voies de migration des espèces, la similitude des eaux où se développent les organismes exilés.

D'autre part, les fluctuations du plancton animal, consommateurs directs ou indirects des Diatomées, retentissent fortement sur la biomasse végétale d'une région océanique donnée. Tout cela nous montre la complexité des phénomènes qui interviennent dans la productivité des eaux marines, et explique notre impuissance à prévoir l'avenir même dans un temps rapproché.

Les difficultés augmenteront encore lorsqu'on tiendra compte du plancton animal, qui va introduire dans la construction de la biomasse de nombreuses variables supplémentaires.

Le travail d'ajustement de l'organisme au milieu a été beaucoup plus difficile à réaliser chez les animaux pélagiques, car pendant longtemps, on a cru qu'ils ne pouvaient vivre que dans la mer libre. On a vu que cette idée était erronée pour beaucoup et l'on a réussi à cultiver au laboratoire des animaux planctoniques depuis l'œuf jusqu'à l'adulte et la génération suivante.

On s'est adressé surtout aux Copépodes, si abondants dans le plancton, et grands consommateurs de Diatomées. Ils sont à leur tour dévorés en quantité par une foule d'animaux de tous les groupes, et constituent un maillon de toute première importance dans le cycle des organismes marins.

L'espèce la mieux étudiée, et de beaucoup, est *Calanus finmarchicus*, à cause de son abondance, de sa grande taille et de sa robustesse. On a pu le nourrir exclusivement avec des cultures de *Nitzschia closterium*, et constater que le rythme d'absorption est irrégulier; plus rapide la nuit, et à 8° qu'à 13° ou 3°. De même, la concentration en Diatomées influe sur la vitesse de filtration; on estime que dans les conditions naturelles, la moitié de N organique peut être pris par l'animal aux Diatomées. Les bactéries à elles seules sont incapables d'assurer la nutrition; mais le Copépode peut absorber des protistes incolores variés et même de jeunes larves et des œufs flottants de beaucoup d'animaux. Des caroténoïdes divers et des carotines-protides s'accumulent dans le corps, où s'élaborent sans doute des provitamines et vitamines qui passeront aux poissons.

Le comportement des Copépodes vis-à-vis des facteurs physico-chimiques du milieu a été également étudié. Il est dominé par des tropismes, surtout le phototropisme, des sensibilités différentielles et des pathies. Cela permet de comprendre *pro parte* la migration nycthémérale de ces Crustacés.

La durée du cycle reproducteur et de la vie est fonction des conditions externes, surtout de la température. *C. finmarchicus* à l'embouchure de la Clyde vit 2 mois 1/2 en

été; 5 à 6 mois en hiver. L'œuf met 4 semaines pour donner l'adulte et il y a 3 périodes de reproduction par an, qui débutent en février.

Les données recueillies sur cette espèce ont été retrouvées, à quelques variantes près, chez d'autres Copépodes, et sans doute peut-on les étendre à toutes les formes du groupe. Elles ont servi de base à des calculs et à des spéculations nombreuses sur la productivité de la mer, qui apparaît de plus en plus difficile à prévoir.

Si maintenant on se rappelle que les Copépodes sont à leur tour la proie d'animaux très variés qui se dévorent entre eux, on se rend compte que les interférences de ces luttes sur la biomasse sont de plus en plus compliquées.

On se trouve en présence de phénomènes de natures très diverses qui agissent les uns sur les autres pour s'exalter ou se neutraliser, dont l'effet peut être immédiat ou à longue échéance. Cette complexité rappelle celle des phénomènes météorologiques, en moins simple. Les incertitudes de la météorologie n'ont été restreintes qu'en standardisant les techniques et en multipliant les postes d'observation.

Il est hors de doute que les méthodes de la météorologie devront s'étendre à la Planctonologie; et c'est à ce prix seulement qu'on pourra, au bout de longues années, arriver à pouvoir prédire la productivité de la mer dans un avenir plus ou moins rapproché et une région donnée.

Cette complexité des phénomènes fait aussi comprendre l'incertitude, l'irrégularité de la distribution de la productivité dans les eaux marines. Actuellement, nous sommes incapables de prédire dans une région déterminée la répartition de la biomasse pélagique aussi bien dans le sens horizontal que dans le sens vertical; et aussi sa composition zoologique ou botanique. Les associations entre les divers types animaux et végétaux sont beaucoup plus lâches, plus fluctuantes et moins nettes que sur les terres émergées, exception faite des cas de parasitisme strict par exemple. On ne peut pas observer de *phytosociologie* ni de *zoosociologie* aussi précises que sur les continents.

On a essayé d'augmenter la productivité de certaines mers fermées, en y introduisant des sels nutritifs, nitrates et phosphates, ou en pêchant les poissons planctophages. Les résultats ont été beaucoup moins nets et moins encourageants que ceux qu'on a obtenus dans certains lacs d'eau douce, où, parfois, l'opération est apparue comme rentable.

Les méthodes récentes appliquées à l'étude du plancton, n'ont guère fait que confirmer ce que l'on savait déjà. Il ne faut pas d'ailleurs s'illusionner sur la valeur des chiffres qu'elles fournissent; car leur précision n'est souvent qu'apparente et leurs données difficiles à interpréter. Le calcul introduit trop tôt dans les phénomènes de cet ordre, est un instrument fort dangereux. Cela ne veut pas dire qu'il faille abandonner les recherches, bien au contraire. Elles apportent une foule de documents intéressants, qui se décanteront peu à peu et deviendront exploitables; mais il ne faut pas vouloir leur faire donner plus qu'elles ne peuvent dans l'état actuel des choses.

Bibliographie

Armstrong, F. A. J. et Harvey, H. W. — 1950. — The cycle of phosphorus in the waters of the English Channel.
(Jour. Mar. Biol. Assoc. Vol. 29, nº 1, p. 145-161)

Clarke, G. L. — 1946. — The dinamics of production in a marine area.
(Ecological monographs. Vol. 16, p. 323-335)

Gran, H. H. — 1927. — Report Norway Fisheries Investigations. 3 (8).

Hardy, A. C. — 1938. — Change and choice. A study in pelagic ecology.
(Evolution essays presented to Prof. E. S. Goodrich. Oxford Univ. Press, p. 139-159)
Harvey, H. W. — 1942. — Production of life in the sea.
(Biol. Reviews. Vol. 17, p. 221-246)
Id. — 1945. — Recent advances in the chemistry and biology of sea water.
(Cambridge University Press. VII, 164 p.)
Id. — 1950. — On the production of living matter in the sea of Plymouth.
(Journ. Mar. Biol. Ass. Vol. 29, nº 1, p. 97-135)
Issel, R. — 1926-1935. — Rapport sur le plancton.
(Comm. Intern. expl. Médit. Rep. et proc. verb. Vols. 1-2-3-4-5-6 et 9, Paris)
Johnston, J., Scott, A. et Chadwick, H. C. — 1924. — The marine Plancton.
(Liverpool Univ. Press. p. 1-194)
(voir indidation 1)
Lucas, C. E. — 1947. — The ecological effets of external metabolites.
(Biol. Reviews. Vol. 22, p. 270-295)
Mac Fayden, A. — 1948. — The meaning of productivity in biological systems.
(Journ. Animal Ecology. Vol. 17, p. 75-80)
Marshall, S. M. et Orr, A. P. — Further experiments on the fertilisation of a sea loch. The effect of different plant nutrients on the phytoplancton.
(Journ. Mar. Biol. Assoc. Unit. King. Vol. 27, p. 360-379)
Massuti Alzamora, M. — 1942. — Contribution al estudio del Plancton del Maditerraneo Occidental. Los Copepodos de la Bahia de Palma de Mallorca.
(Trab. Inst. Cienc. Nat. Jose de Acosta. Vol. 1, pps 1-127)
Riley, G. A. — 1941. — Plancton Studies. III-IV.
(Bull. Bingham Oceanogr. Collection. Vol. 7, nº 3, pps 1-93, et nº 4, pps 1-73)
Id. — 1943. — Physiological aspects of spring Diatom flowerings.
(Bull. Bingham Oceanogr. Collection. Vol. 8, nº 4, pps 1-53)
Rose, M. — 1926. — Contribution...
Id. — 1926 a. — Le plancton de la baie d'Alger.
(Bull. Soc. H. N. A. N.)
Id. — 1926 b. — Le Plancton et ses relations avec la température, la profondeur et la salinité.
(Ann. Inst. Oc. N. S. Vol. 3, fasc. 4, Paris)
Steemann Nielsen, E. — 1951. — Measurement on the Production of Organic Matter in the Sea by means of Carbon 14. (Nature, Vol. 167, p. 684, 28 Avril)
Sverdrup, H. V., Johnson, M. W. et Fleming, R. H. — 1942. — The Oceans.
(Prentice Hall. Inc. New York. X, 1087 pps)
Kofoid, C. A. — 1897. — On some important sources of error in the Plancton method.
(Science, N. S. Vol. VI. Nº 153, pps 829-832)

CHAPITRE IV

MYXOPHYCEAE (= CYANOPHYCÉES)

par

G. TRÉGOUBOFF

CARACTÈRES GÉNÉRAUX

Les Myxophycées se distinguent par leurs caractères essentiels particuliers non seulement de toutes les autres Algues, mais même des végétaux en général, car elles sont dépourvues de noyaux individualisés, de plastes et de chondriosomes. A cause de la présence chez elles d'un pigment bleu diffus, la phycocyanine, associée avec la phycoérythrine, elles sont généralement de couleur bleuâtre, d'où leur ancien nom d'Algues bleues ou Cyanophycées, nom impropre, puisque ces deux chromoprotéides se rencontrent également chez des Algues Floridées.

Les Myxophycées abondent surtout dans les eaux thermales, dans les eaux douces et saumâtres, certaines vivent sur la terre humide; on les rencontre également dans la mer, mais leurs formes planctoniques sont peu nombreuses. Elles sont généralement autotrophes, quelques-unes sont parasites internes des végétaux ou des animaux, y compris l'homme, d'autres sont saprophytes ou symbiotes.

Morphologie externe. — La forme extérieure des Myxophycées est variable. Certaines parmi elles sont unicellulaires et vivent en groupes à l'état palmelloïde; mais la grande majorité a l'aspect de filaments simples ou ramifiés d'une manière particulière, constitués par un certain nombre de cellules, séparées par des cloisons transversales. Chez de nombreuses formes existe une gaine mucilagineuse périphérique, plus ou moins épaisse, dans laquelle est noyé le thalle filamenteux, qu'on désigne dans ce cas sous le nom de trichome.

Structure interne. — La membrane des Myxophycées est mince, élastique, souvent dépourvue de cellulose, et présente la réaction des composés pectiques.

Le corps cytoplasmique est constitué par 2 couches distinctes : l'externe, pariétale, ou le chromoplasme, contenant les pigments assimilateurs, et l'interne, appelée le corps central chromatique, car c'est dans son intérieur qu'est localisé le complexe nucléaire, représenté par des granulations chromatiques, par des filaments ou par un réseau, sans chromosomes apparents et sans membrane nucléaire différenciée, qu'on a comparé, avec raison, à un noyau en état de division permanente (Pl. 2, fig. 1).

Le cytoplasme contient diverses inclusions, telles que les grains pigmentaires, les globules de corps gras, les substances azotées, parfois de glycogène. Chez des formes planctoniques existent souvent des vacuoles particulières ou des pseudovacuoles, remplies de gaz, permettant aux Myxophycées, dépourvues d'organes de locomotion à tous leurs stades, de flotter dans l'eau.

REPRODUCTION

La reproduction sexuée est totalement inconnue chez les Myxophycées. La sporulation est assez exceptionnelle et donne des exospores ou des endospores, non mobiles. Leur multiplication se fait par une sorte de bouturage, qui peut présenter 2 modalités : tantôt c'est une seule cellule (la planocoque) qui se détache du filament maternel et se multiplie ensuite par des divisions transversales; tantôt, et c'est le cas le plus fréquent, se détache toute une partie, comprenant plusieurs cellules (les hormogonies). On connaît, enfin, chez les Myxophycées, la formation de stades de repos ou hétérocystes, sorte de kystes unicellulaires, entourés d'une épaisse membrane.

L'accroissement des thalles filamenteux se fait par des divisions transversales des cellules, précédées de celles des complexes nucléaires, s'étirant en biscuit. Les cloisons se forment par voie centripète et laissent généralement au milieu un orifice, à travers lequel les cytoplasmes des cellules voisines sont réunis par un ou plusieurs centrodesmoses.

CLASSIFICATION

On a divisé les Myxophycées d'après la forme du thalle et les modalités de la reproduction en 3 ordres, dont un seul, celui des HORMOGONALES Pascher ou Hormogonées, se multipliant au moyen des hormogonies, est représenté dans le plancton méditerranéen. Il comprend 2 sous-ordres :

1. les Hormocystées ou les Oscillatoriacées, chez lesquelles toutes les cellules du thalle sont semblables;
2. les Anhormocystées ou les Nostocacées, dont les filaments possèdent des hétérocystes.

I. LES HORMOCYSTÉES OU OSCILLARTORIACÉES. — Un seul genre de ce sous-ordre est marin planctonique, le genre *Trichodesmium* Ehrenberg, dont on a décrit plusieurs espèces dans les différentes mers, mais qui semblent devoir être ramenées toutes, y comprise l'espèce initiale d'Ehrenberg *erythraeum* de la Mer Rouge, à une seule, *T. thiebautii* (Gomont).

T. thiebautii est une forme des mers tropicales et subtropicales et se rencontre en abondance dans le plancton de surface de la Méditerranée pendant toute l'année. Il se présente sous l'aspect d'un faisceau de filaments simples, non ramifiés, réunis en une sorte de gerbe, pouvant atteindre jusqu'à 6 mm. de longueur (Pl. 2, fig. 2, A, B). Les cellules des thalles ont de 5 à 16 μ de largeur et sont de 1/2 à 2 fois plus hautes que larges. Les *Trichodesmium* sont généralement de couleur verte, jaune ou rouge, et à certaines périodes de l'année ils pullulent tellement dans le plancton qu'ils colorent la mer soit en vert, soit en rouge.

II. LES ANHORMOCYSTÉES OU NOSTOCACÉES sont représentées dans le plancton méditerranéen également par une seule forme, *Richelia intracellularis* Schmidt, qui vit en symbiose avec les diverses Diatomées pélagiques. On la rencontre soit à l'intérieur de *Rhizosolenia styliformis* (Pl. 2, f. 3 A), soit attachée extérieurement dans les espaces intercellulaires des chaînes de *Chaetoceros* (Pl. 5, fig. 8). Ses filaments, simples et courts, de 50 à 105 μ de long, sont constitués par 7 à 20 cellules et se terminent généralement par des hétérocystes sphériques, de 9,8 à 11,2 μ de diamètre (Pl. 2, fig. 3 B).

Ouvrages à consulter

1933. DANGEARD, P. — Traité d'Algologie, Paris.

1909. WILLE, P. — *Schizophyceen. Nordisches Plancton*, lief. 2.

CHAPITRE V

XANTHOPHYCEAE (= HETEROCONTAE)

par

G. TRÉGOUBOFF

CARACTÈRES GÉNÉRAUX

On range actuellement dans la classe distincte des XANTHOPHYCEAE un certain nombre d'Algues, confondues auparavant avec les Algues vertes ou Chlorophycées. PASCHER avait proposé pour elles le nom de Heterocontae, terme remplacé ensuite par celui de Xanthophyceae, suggéré par ALLORGE, et adopté dans la nomenclature algologique française (DANGEARD).

La séparation des Xanthophyceae des Chlorophyceae, réalisée par Pascher, se justifie par la présence chez elles des caractères distinctifs essentiels suivants :

1. leurs chromoplastes jaune-vert, dont la couleur est due à l'excès de la xanthophylle et des substances caroténoïdes;

2. leur métabolisme particulier qui se manifeste par la nature de leurs matières de réserve, représentées, d'après DANGEARD et CHADEFOND, non par l'amidon, mais par des corps gras, tels que la leucosine et, probablement, les tannoïdes;

3. la nature de leurs membranes, riches en composés pectiques, additionnés d'une petite quantité de cellulose et imprégnées plus ou moins fortement de silice.

La membrane cellulaire est constituée souvent par 2 couches distinctes, soit emboîtées l'une dans l'autre, soit simplement contiguës.

Comme processus de multiplication on connaît chez les Xanthophycées la formation des zoospores biflagellées et on a décrit chez quelques formes la reproduction sexuée au moyen des gamètes.

Les botanistes ont divisé la classe des Xanthophycées en plusieurs ordres, parmi lesquels un seul, celui des HETEROCOCCALES Pascher est représenté dans le plancton méditerranéen par une forme unicellulaire, décrite par SCHMITZ (1879) à Naples sous le nom de *Halosphaera viridis*, qui constitue avec 2 autres genres d'eau douce la famille des HALOSPHAERACEAE Pascher.

Halosphaera viridis Schmitz

MORPHOLOGIE EXTERNE, STRUCTURE INTERNE ET MULTIPLICATION

A l'état végétatif, *Halosphaera viridis* a la forme d'une sphère de couleur vert-pâle, de 100 à 600 μ de diamètre. Chez les stades jeunes le noyau est unique et central, situé dans un amas cytoplasmique, relié par des trabécules, anastomosés en un réseau, au cytoplasme pariétal, contenant de nombreux petits chromoplastes arrondis ou elliptiques, ainsi que des corpuscules de matières nutritives. Chez des stades adultes la

partie centrale de la sphère se creuse d'une grosse vacuole, le noyau devient pariétal et les chromoplastes se localisent dans les trabécules et la couche cytoplasmique périphériques (Pl. 2, fig. 4).

Au stade de reproduction le noyau se divise à de nombreuses reprises, et la multitude de petits noyaux qui en résultent se disposent dans le réseau cytoplasmique périphérique (Pl. 2, fig. 5). D'après Schmitz, c'est à ce moment (et non aux stades jeunes, comme l'a soutenu à tort Gran), que les 2 couches de la membrane se dissocient, l'externe formant une sorte de calotte, qui se flétrit et est remplacée par la couche interne sous-jacente (Pl. 2, fig. 5). Les petits noyaux s'entourent d'une portion cytoplasmique, contenant des chromoplastes et des granulations graisseuses (Pl. 2, fig. 6, 7), et s'individualisent finalement en zoospores, qui seront libérées par la rupture de la membrane périphérique amincie. D'après Schmitz, les zoospores seraient coniques, avec 2 flagelles égaux, sortant de la partie antérieure élargie et crénelée sur son pourtour (Pl. 2, fig. 8 A). D'après les observations plus récentes de Dangeard, elles seraient ovalaires avec 2 flagelles nettement inégaux (Pl. 2, fig. 8 B).

Clève (1898) avait signalé chez *Halosphaera viridis* la formation d'aplanispores (spores immobiles), généralement au nombre de 4, fait confirmé ensuite par Gran et Ostenfeld. Mais comme ni leur mode de formation, ni leur sort ultérieur n'ont pas été élucidés, on doit admettre que le cycle évolutif de cette Algue est, actuellement, encore insuffisamment connu.

ÉCOLOGIE

Halosphaera viridis, répandue à la surface de toutes les mers, est très commune dans la Méditerranée pendant la saison froide. Parfois elle peut être abondante au point de provoquer le verdissement de la mer, en voisinage des côtes, phénomène bien connu des pêcheurs napolitains qui la désignent sous le nom de « punti verdi ». Le nombre de *Halosphaera* dans le plancton de surface diminue nettement pendant la saison chaude. A cette époque de l'année elle devient, dans la Méditerranée, ombrophile et descend au moins à 70 m de profondeur, et même au delà, comme cela a été constaté également par Chun dans les mers tropicales, où elle se trouve localisée en été entre 80 et 350 m. D'après quelques observations fragmentaires, faites au cours des expéditions océanographiques, c'est dans cette zone profonde qu'aurait lieu la transformation des zoospores en jeunes individus sphériques.

Ouvrages à consulter

1898. Clève, P. T. — Om Aplanospores hos *Halosphaera*. *Ofversigt. Kgl. Vet. Akad. Forhandl.*, N° 1.
1933. Dangeard, P. — Traité d'Algologie, Paris.
1932-1938. Pascher, A. — Heterokonten. *Rabenhorst's Kryptogamenflora*, 2 a.
1879. Schmitz, F. — *Halosphaera*, eine neue Gattung grünen Algen aus dem Mittelmeer. *Mitth. Zool. Stat. Neapel*, Vol. 1.

Explication des figures

Planche 2. MYXOPHYCÉES ET XANTHOPHYCÉES

Fig. 1. Structure interne d'une Myxophycée (*Anabaena circinalis* Haupt.), de Dangeard; fig. 2. *Trichodesmium thiebautii* (Gomont); A-faisceau; B-filament isolé, d'après Gomont; fig. 3. *Richelia intracellularis* Schmidt; A-forme intracellulaire dans *Rhizosolenia styliformis;* B-filament isolé avec hétérocystes terminaux, d'après Schmidt; fig. 4-8. *Halosphaera viridis* Schmitz; fig. 4. Stade végétatif adulte; fig. 5. Stade de multiplication nucléaire et d'exfoliation de la membrane (stade « casquette »); fig. 6-7. 2 stades successifs d'individualisation des futures zoospores; fig. 8 A. Zoospore *in vivo* d'après Schmitz; fig. 8 B. Zoospore *in vivo* d'après Dangeard. (Fig. 4-8 A d'après Schmitz; fig. 8 B d'après Dangeard).

CHAPITRE VI

BACILLARIOPHYCEAE (= DIATOMACEA)

par

G. TRÉGOUBOFF

CARACTÈRES GÉNÉRAUX

Les DIATOMÉES sont des petites Algues unicellulaires siliceuses, ayant généralement de 2 à 400 μ de longueur, à l'exception de quelques formes pouvant atteindre jusqu'à 4 mm de long. De forme et structure très diverses, elles sont extrêmement nombreuses et comprennent plusieurs milliers d'espèces, tant vivantes que fossiles. Quelques-unes parmi elles se rencontrent sur le sol humide, parmi les Mousses, toutes les autres sont aquatiques et vivent, à l'état isolé ou réunies en colonies, dans les eaux douces, saumâtres et salées. La plupart des Diatomées marines sont benthiques littorales, vagiles ou sessiles, épiphytes; les formes planctoniques, néritiques ou eupélagiques, sont relativement peu nombreuses. Elles sont abondantes surtout dans les mers froides et tempérées et représentent un des éléments essentiels du phytoplancton microscopique marin.

MORPHOLOGIE EXTERNE

SQUELETTE. — Le corps plasmatique des Diatomées est entouré d'une enveloppe de nature pectique, sans trace de cellulose, imprégnée de silice, combinée avec un acide siliceux organique. Cette enveloppe, ou frustule, se compose de 2 parties distinctes inégales, agencées en une minuscule boîte. La partie supérieure, le couvercle, porte le nom d'épithèque et la partie inférieure, le corps de la boîte proprement dit, celui d'hypothèque (Pl. 3, fig. 1). Dans chacune de ces 2 thèques on distingue la partie faciale ou valve (*resp.* épivalve et hypovalve) et les parties latérales emboîtées, appelées les bandes connectives ou pleures (*resp.* épipleures et hypopleures) (Pl. 3, fig. 1). L'ensemble de ces dernières est désigné sous le nom de ceinture. Chez la plupart des Diatomées, entre les valves et les pleures, existe un nombre variable de bandes intercalaires, soit annulaires, mais généralement discontinues (Pl. 3, fig. 2), soit en forme d'écailles rhomboïdales ou trapézoïdes, imbriquées comme celles d'un poisson (Pl. 3, fig. 3), qu'on désigne sous le nom d'interpleures ou de *copulae*. Les interpleures se prolongent souvent dans l'intérieur des cellules par des cloisons *(septa)*, dirigées parallèlement aux parois des valves (Pl. 3, fig. 4, A, B), qui délimitent ainsi un certain nombre de chambres ouvertes, diversement disposées, auxquelles on a donné le nom de formations craticulaires. Ce sont également les interpleures qui peuvent former parfois les frustules internes complètes, mais rudimentaires, considérées comme un moyen de défense des Diatomées contre les conditions défavorables du milieu extérieur.

L'étude des Diatomées impose l'examen de leurs frustules sous 2 aspects, généralement bien différents l'un de l'autre : de face, par la surface des valves, et de profil, par la ceinture. L'identification et la classification des Diatomées, basées uniquement sur les caractères du squelette, impliquent la connaissance précise de la symétrie des frustules et en particulier de leurs divers axes et plans de symétrie. Dans une frustule vue de profil, par la ceinture (Pl. 3, fig. 5 A), on distingue 2 axes : l'axe apical (a-a), parallèle à la ceinture dans le plan sagittal, et l'axe pervalvaire, longitudinal ou central (p-p), perpendiculaire au précédent, qui joint les 2 points centraux de 2 valves. Dans une frustule examinée de face (Pl. 3, fig. 5 B), on distingue également un axe apical (a^1-a^1) et un axe transapical ou transversal (t-t), ce dernier perpendiculaire aussi bien à l'axe apical de la valve qu'à l'axe pervalvaire (Pl. 3, fig. 5 B). Ces 3 axes sont utilisés pour la distinction des plans ou des surfaces de la symétrie des frustules. Ainsi, le plan valvaire (V), qui correspond au plan de la division cellulaire, est délimité par les axes apical et transapical; le plan apical (A) ou sagittal est déterminé par les axes apical et pervalvaire; enfin, le plan transapical (T) ou transversal passe par les axes transapical et pervalvaire (Pl. 3, fig. 6).

Il n'existe probablement pas de Diatomées dont les frustules soient absolument lisses. Elles sont toujours ornementées et montrent une certaine structure, plus ou moins fine et apparente, en rapport avec l'épaisseur et le degré de la silicification des valves. Cette ornementation se présente sous forme de pores, de poroïdes et d'alvéoles, diversement orientés et disposés en lignes ou en réseau, se prolongeant souvent à travers la paroi par des canaux extrêmement fins, simples ou ramifiés, qui s'élargissent parfois en chambres, s'ouvrant, ou non, tantôt à l'extérieur, tantôt à l'intérieur (Pl. 3, fig. 7, A-C). Chez certaines Diatomées existent des petites excroissances avec des gros orifices, appelés les yeux, ou des pores particuliers, dits les pores à mucus, par lesquels est émise à l'extérieur la substance gélatineuse qui assure l'adhérence de 2 cellules voisines quand elles s'agencent en une colonie.

Chez les Diatomées dites Centriques, les éléments de l'ornementation sont disposés en lignes, rayons ou faisceaux, se prolongeant presque jusqu'au centre des valves (Pl. 7, fig. 1-9). Chez toutes les autres Diatomées, désignées sous le nom de Pennées, l'ornementation est orientée comme dans une plume, c'est-à-dire que ses éléments partent des bords des valves et suivent les lignes inclinées sous un certain angle vers le milieu, mais sans y parvenir (Pl. 3, fig. 8). La partie médiane des valves présente ainsi, dans le cas le plus simple, une area longitudinale claire, sans aucune ornementation, désignée sous le nom de pseudoraphé. Chez d'autres Pennées existe, à sa place, un vrai raphé (Pl. 3, fig. 8), consistant en une fente qui partage la valve, dans le plan apical, en 2 moitiés, droite et gauche. Cette séparation n'est pas tout à fait complète, car les 2 moitiés restent réunies par leurs extrémités ainsi que par 3 nodules, 1 central et 2 polaires. Les nodules polaires sont creux, percés d'orifices vers l'extérieur, auxquels aboutissent 2 canaux apicaux, externe et interne, se réunissant dans le nodule central massif (Pl. 3, fig. 9-10). Les 2 systèmes de canaux sont réunis entre eux dans la région nodulaire centrale par une gouttière ouverte. Suivant les espèces, le raphé est plus ou moins développé; il peut être limité uniquement aux régions polaires, exister sur une seule valve ou sur les deux, être placé au milieu sur une carène médiane avec des nodules, ou être déporté latéralement, sur un bord. Par lui le cytoplasme de la cellule est mis en contact avec le milieu ambiant liquide, et il joue ainsi, comme on le verra plus loin, un rôle important dans la motilité des Diatomées.

MORPHOLOGIE INTERNE

La paroi interne de la frustule est revêtue d'une mince couche cytoplasmique incolore, qui pénètre dans tous les canaux, pores et chambres. Elle est reliée par des trabécules à la masse cytoplasmique centrale, le reste de la cavité cellulaire étant occupé par 2 ou plusieurs vacuoles (Pl. 4, fig. 1). On a reconnu dans le cytoplasme de quelques Diatomées la présence de chondriome filamenteux, ainsi que de grains extrêmement petits, qui ne semblent pas être des mitochondries. On a constaté également l'existence, dans la masse cytoplasmique centrale, de bâtonnets ou de plaquettes doubles en relation avec les trabécules cytoplasmiques, dont le rôle exact n'a pas été élucidé.

Dans la masse cytoplasmique centrale est situé l'unique noyau lenticulaire ou reniforme, montrant 1-2 nucléoles et un réseau de linine avec des grains chromatiques, dans l'excavation duquel est logé le centrosome de 1,5 à 2 μ de diamètre.

Les chromoplastes des Diatomées, de couleur jaune-brune, contiennent de la chlorophylle, de la xanthophylle et des matières caroténoïdes brunes, la diatomine. Ils sont tantôt au nombre d'une ou de deux grosses plaques pariétales, tantôt se présentent comme de nombreuses petites plaquettes de forme variable : arrondies, digitées, stelliformes, etc. 1 ou 2 pyrénoïdes existent généralement chez les Diatomées et paraissent jouer un rôle dans la division des chromoplastes.

Les substances de réserve des Diatomées sont représentées par des globules d'huile et par des grains de volutine (« corpuscules de Bütschli »).

PHYSIOLOGIE

La physiologie des Diatomées est encore peu connue. Des recherches ont été faites notamment par Müller et de Vriès, relativement à leur turgescence, qui est de l'ordre de 4 à 5 atmosphères, ainsi qu'à leur comportement dans les diverses concentrations de l'eau de mer.

Motilité. — Les Diatomées Centriques, dépourvues de raphé, ne sont pas mobiles. Les mouvements se manifestent uniquement chez les Diatomées Pennées ayant un raphé assez développé. Cette constatation a donné lieu à de nombreuses théories sur l'origine et la nature des mouvements des Diatomées, mais la question n'est pas résolue définitivement à l'heure actuelle. On admet toutefois généralement que le glissement plus ou moins rapide des Diatomées soit en avant, soit en arrière, ne peut avoir lieu que sur un substratum et qu'il semble être déterminé par l'émission à l'extérieur, par l'orifice antérieur du raphé, du cytoplasme, ce qui provoque la progression à la suite de la friction de ce dernier avec le milieu ambiant liquide et la formation d'un courant d'eau d'avant en arrière, le long du raphé. Un mouvement particulier existe chez *Bacillaria paradoxa*, dont les individus, appliqués l'un contre l'autre par leurs côtés longs, glissent tantôt en avant, tantôt en arrière, dans un mouvement presque perpétuel.

Nutrition. — D'après les recherches effectuées par Karsten et Richter, il semble que le Calcium, le Potassium, le Magnesium et le Natrium ont le plus d'importance pour la vie des Diatomées. Les phosphates et les nitrates leur sont également nécessaires, de même que la silice pour la formation de leurs frustules. Par contre, si l'Iode leur est utile, le Chlore ne semble pas être indispensable. Certaines Diatomées ont des chromatophores incolores, ce qui indique la possibilité d'une nutrition non autotrophe, mais mixotrophe et, dans certains cas, saprophyte.

Excrétion. — On a montré expérimentalement que les Diatomées excrètent du $CaCO^3$, et on connaît dans les mers, riches en calcaire, des tufs de cette origine. D'après Richter, les Diatomées dégagent, en plus de l'oxygène, également des traces d'alcali.

Action de la température. — Expérimentalement, l'*optimum* de la température pour les Diatomées serait entre 15° et 30°C. La chaleur excessive leur est nuisible, la température de 0° n'est pas mortelle, si le milieu reste liquide. Il semblerait que les Diatomées puissent rester vivantes à — 11°C et qu'elles soient capables de supporter parfaitement le dessèchement.

Action de la lumière. — Dans la mer, le comportement des Diatomées envers la lumière est variable. Certaines parmi elles se rencontrent seulement en profondeur et sont ainsi ombrophiles, mais la plupart des Diatomées planctoniques vivent à la surface.

MULTIPLICATION

On connaît chez les Diatomées : 1) la division binaire végétative; 2) la formation des endospores; 3) la formation des auxospores par voie soit asexuée, soit sexuée; 4) la formation des microspores.

Division binaire. — Elle consiste en la division mitotique du noyau, dont le fuseau serait d'origine centrosomienne et le nombre de chromosomes variant de 16 à 120, en celles des chromoplastes et des pyrénoïdes, et en la formation, dans le plan valvaire, d'abord de 2 nouvelles valves pour les cellules filles, parallèles aux 2 valves existantes, et ensuite des nouvelles ceintures et, s'il y a lieu, des bandes intercalaires. L'agencement de nouvelles parois cellulaires commence tantôt par les pôles, tantôt par le milieu, mais ce sont toujours les 2 hypothèques des cellules-filles qui sont ainsi néoformées, tandis que les 2 thèques de la cellule maternelle deviennent leurs épithèques.

La division binaire a généralement pour conséquence la diminution des dimensions des valves dans une des cellules-filles, et cette diminution s'accentue de plus en plus au cours des divisions ultérieures chez les cellules de la lignée qui provient de cette dernière. On avait cru que pour remédier à ce nanisme progressif intervenait le processus de l'auxosporulation, dont il sera question plus loin. On reconnaît toutefois actuellement que tel n'est pas le rôle essentiel des auxospores, car on a observé que quelques Diatomées, après leur division binaire, étaient capables de croître et d'atteindre les dimensions normales de leurs valves, sans recourir aux auxospores.

Endospores. — Les endospores ou les spores durables sont communes chez les Diatomées Centriques pélagiques et n'ont pas été observées jusqu'à présent chez les Diatomées Pennées. Elles semblent ne se former que dans certaines conditions du milieu ambiant et seulement après la division binaire préalable de la cellule. Elles se distinguent des cellules végétatives par la condensation de leur cytoplasme, la formation d'une forte membrane et par l'existence à la surface de cette dernière de prolongements plus ou moins abondamment ramifiés (Pl. 4, fig. 2). Après un certain temps de repos, les endospores se divisent et donnent des cellules végétatives normales.

Auxosporulation. — L'auxosporulation des Diatomées consiste essentiellement en ceci qu'elles rejettent les valves de leurs frustules, augmentent considérablement leurs corps cytoplasmiques et, à la suite de processus asexués ou sexués, reforment leurs frustules de dimensions normales. La division binaire préalable semble être un prélude indispensable de l'auxosporulation, laquelle par la suite ne présente pas le même caractère chez toutes les Diatomées.

Ainsi, chez les Diatomées Centriques, le processus, qui semble être identique chez tous les représentants de ce groupe, est asexué. D'après les observations de Bergon (1904) sur *Biddulphia mobiliensis* (Pl. 4, fig. 3) et de Pavillard (1905) sur *Rhizosolenia* et *Chaetoceros*, la formation des auxospores chez ces espèces se fait de la manière suivante : la cellule se divise en 2, les deux cellules filles s'écartent, abandonnent leurs frustules et se placent perpendiculairement à l'axe apical normal. Leurs corps cytoplasmiques s'accroissent, s'entourent chacun d'une mince membrane appelée le *perizonium*, et se transforment ainsi en 2 auxospores, lesquelles formeront finalement leurs valves de dimensions spécifiques normales. Le mode de l'auxosporulation asexuée des Diatomées Centriques peut être considéré, à la rigueur, comme un moyen de rajeunissement, une sorte de mue, ayant comme conséquence, le retour aux dimensions normales des frustules, diminuées par des divisions binaires successives précédentes.

Par contre, chez les Diatomées Pennées l'auxosporulation est, généralement, un processus sexué, impliquant une conjugaison; on en connaît plusieurs modalités, ramenées aux 4 types principaux, qui seront signalés très brièvement, car on n'a guère l'occasion de les observer chez les Diatomées planctoniques.

Chez *Rhopalodia gibba*, d'après Klébahn (Pl. 4, fig. 4, A-E), les 2 cellules inégales s'accollent l'une à l'autre, s'entourent d'une enveloppe gélatineuse commune et rejettent leurs valves. Dans chaque masse cytoplasmique le noyau se divise 2 fois, la réduction chromatique se faisant pendant les divisions, de sorte que la phase haploïde est de courte durée. 2 noyaux sur 4 de chaque côté dégénèrent, les autres s'individualisent en 4 gamètes isogames, 2 de chaque côté. Les gamètes fusionnent par paires et donnent 2 zygotes ou auxospores, qui se placent perpendiculairement aux valves primitives, s'accroissent et finissent par former leurs nouvelles valves, plus grandes que les valves précédentes.

Chez *Nitzschia subtilis*, d'après Geitler (1928), dans chaque conjoint, après 2 divisions de maturation du noyau, 2 noyaux dégénèrent et les 2 restants s'individualisent en gamètes anisogames, 1 ♂ et 1 ♀. Les gamètes ♂ passent, chacun à leur tour, par une anastomose ou tube copulateur qui s'établit entre les 2 gamontes, pour féconder le gamète ♀ en face, resté en place. Le processus se termine par la formation d'abord de 2 zygotes et ensuite de 2 auxospores.

Chez *Cymbella* les deux conjoints sont les produits de la division binaire préalable de la même cellule. Ses 4 gamètes, 2 ♂ et 2 ♀, sont également anisogames, et au stade final du processus il y a la formation de 2 auxospores.

Le cas de *Cocconeis* semble exceptionnel, car il montre une nette régression de la sexualité dans l'auxosporulation, laquelle aurait lieu sans la conjugaison des gamètes, les auxospores se formant parthénogénétiquement, par voie apogame, à la suite de la formation des parthénospores.

Microsporulation. — Elle est connue uniquement chez les Diatomées Centriques et semble représenter chez elles les processus sexués. D'après Bergon (1907) chez *Biddulfia mobiliensis* (Pl. 4, fig. 5 A-D) et Pavillard chez *Coscinodiscus*, elles comportent la formation, dans chaque cellule, de 32 microspores biflagellées. Karsten a pu observer la copulation des microspores et la formation d'un zygote à 4 flagelles chez *Corethron*, lequel, chez *Melosira varians*, montrait même les ébauches de nouvelles valves (Pl. 4, fig. 5, E). Il semblerait ainsi que les microspores seraient des gamètes et que la réduction chromatique, d'après Schütt (1923) et Hofker (1928), aurait lieu avant l'individua-

lisation de ces derniers; les Diatomées Centriques seraient ainsi également des diplontes, comme les Diatomées Pennées. Toutefois la formation des microspores est encore insuffisamment connue et l'existence de la sexualité chez les Diatomées Centriques ne peut être considérée actuellement comme définitivement résolue. Ainsi, une interprétation différente de la microsporulation a été donnée par PERSIDSKY (1929), lequel, d'après ses observations sur *Chaetoceros*, la considère comme une reproduction asexuée; pour lui, la réduction chromatique chez les Diatomées Centriques doit avoir lieu avant l'auxosporulation, à la suite de la copulation de 2 noyaux haploïdes, comme cela se produit chez les Diatomées Pennées.

BIOLOGIE

Au point de vue biologique les Diatomées marines se divisent en 2 groupes : les unes sont benthiques littorales, vagiles ou sessiles, vivant à l'état isolé ou en colonies, les autres planctoniques, néritiques ou eupélagiques.

Au premier groupe appartiennent, en grande majorité, les Diatomées Pennées, parmi lesquelles très peu d'espèces sont devenues réellement pélagiques. Toutefois de nombreuses formes benthiques peuvent être rencontrées accidentellement dans le plancton superficiel, surtout néritique, et leur présence temporaire dans ce milieu ou est due à leur entraînement vers la surface de la mer par des courants ascendants, ou représente une montée, à certaines périodes de l'année, d'ordre physiologique et coïncide avec leurs multiplications végétatives, se succédant à une cadence très rapide.

Le deuxième groupe comprend la plupart des Diatomées Centriques, chez lesquelles la vie pélagique a déterminé différentes adaptations, soit au point de vue morphologique, soit qu'elle ait développé chez elles la tendance plus prononcée à la vie coloniale. Ainsi leurs frustules, dont les parois sont généralement peu silicifiées, sont surtout discoïdales, cylindriques ou bacillaires, souvent pourvues de divers prolongements en forme de cornes ou de soies, qui assurent ainsi une meilleure flottaison dans la mer. Les associations caténaires sont également très répandues, et la formation des chaînes se fait tantôt au moyen de coussinets ou de filaments de matière gélatineuse, servant à assembler les 2 cellules adjacentes, tantôt par la coalescence des prolongements, situés généralement aux angles des frustules.

Les Diatomées planctoniques se rencontrent aussi bien à la surface de la mer qu'à une certaine profondeur. Quoique moins abondantes dans la Méditerranée que dans les mers du Nord (sur le nombre total de 355 espèces méditerranéennes, reconnues par RAMPI, environ 80 seulement sont planctoniques), à certaines périodes de l'année, par suite de la pullulation de quelques espèces, elles peuvent constituer néanmoins la masse principale du phytoplancton microscopique superficiel. On connaît ainsi le plancton hivernal à *Thalassiothrix frauenfeldi* et à *Rhizosolenia*, celui à *Chaetoceros* au printemps. Les recherches, effectuées par PAVILLARD dans les parages de Monaco et par RAMPI à San Remo, ont montré que 2 maximum, qualitatif et quantitatif, des Diatomées planctoniques existent dans la Méditerranée : l'un pendant la saison froide, en Février, et l'autre automnal, de la fin d'Octobre à Décembre, tandis que la saison chaude, estivale, est caractérisée par leur diminution très forte à la surface de la mer. Les études quantitatives de ces deux auteurs ont permis de distinguer ainsi parmi les Diatomées méditerranéennes les formes pérennantes, se rencontrant pendant toute l'année, les formes hivernales, devenant ombrophiles avec le réchauffement de la surface de la mer, et, enfin, quelques formes, peu nombreuses, essentiellement estivales.

Les saisons et, en conséquence, les changements de mode de vie, tantôt à la surface, tantôt en profondeur, amènent souvent des modifications dans la constitution du squelette des Diatomées planctoniques, qui peuvent présenter ainsi un dimorphisme saisonnier; il se manifeste par le degré de la silicification des valves et par des variations dans les détails de leur ornementation, et dont l'exemple classique est fourni par *Rhizosolenia hebetata* avec ses 2 variétés : *hiemalis* et *semispina* (Pl. 9, fig. 1, A-D). Les variations dans la conformation des frustules sont d'ailleurs très fréquentes chez toutes les Diatomées et déterminent l'existence chez elles de nombreuses variétés ou de « formes », qui compliquent singulièrement leur classification.

Il ne semble pas qu'il existe des Diatomées parasites. Par contre, les cas signalés de leur épiphytisme sont assez nombreux. On connaît ainsi, dans la Méditerranée, de curieuses associations entre les Diatomées et les Tintinnides, telles que celles de *Chaetoceros tetrastichon* et *C. dadayi* avec *Tintinnus inquilinus* (Pl. 5, fig. 2), de *Chaetoceros peruvianus* et de *Hemiaulus hauckii* avec *Eutintinnus lusus undae*, sur lequel Rampi a signalé, dans le Pacifique, l'épiphytisme de *Planctoniella sol* (Pl. 5, fig. 3). Une Diatomée Pennée coloniale, *Licmophora abbreviata*, vit en épiphyte sur divers Copépodes et notamment sur *Corycoeus elongatus* ♀ (Pl. 5, fig. 4).

Un certain nombre d'organismes divers vivent, à leur tour, en épiphytes sur les Diatomées planctoniques. On rencontre ainsi fréquemment dans le plancton des *Chaetoceros coarctatum* sur lesquels sont fixés les Ciliés *Vorticella marina* Zaccharias. Pavillard avait signalé plusieurs Flagellés inférieurs, mal définis, tels que *Solenicola setigera* sur *Dactyliosolen*, *Bicoeca mediterranea* sur *Nitzschia seriata*, *Sceletonema costatum*, *Cerataulina bergonii*, *Chaetoceros anastomosans*, etc. (Pl. 5, fig. 5 A-C). Lecal a décrit un Coccolithophoride-*Coccolithus sessilis* Lec., épiphyte sur le *Coscinodiscus* sp. (Pl. 5, fig. 6). Une Myxophycée, *Richelia intracellularis* Schmidt, vit, peut-être en symbiote, soit à l'intérieur des frustules de diverses espèces de *Rhizosolenia*, soit à l'extérieur des chaînes de *Chaetoceros coarctatum* (Pl. 5, fig. 8). Un Dinoflagellé aberrant, désigné, quoique insuffisamment connu, par Chatton sous le nom de *Paulsenella chaetoceratis*, a été signalé par Paulsen sur les soies de *Chaetoceros borealis* et *C. decipiens*. Enfin, Pavillard a observé un Champignon parasite, dont le mycelium envahit les frustules de *Coscinodiscus*, de *Melosira* et de *Rhizosolenia*.

Le rôle joué par les Diatomées dans l'économie de la mer est très important et peut être envisagé à double point de vue. Tout d'abord, étant autotrophes, elles sont productrices de la nourriture primordiale, car elles sont capables d'utiliser les substances minérales et le CO^2, dissous dans la mer, en dégageant de l'oxygène, et d'élaborer les substances organiques, dont certaines, en excès, sont émises dans la mer. Ensuite, elles servent de nourriture principale, et parfois exclusive, aux divers planctontes, aussi bien aux Protistes-Tintinnides, Radiolaires, Dinoflagellés, qu'aux Copépodes, aux larves des Crustacés, aux Tuniciers, aux alevins et même à certains Poissons pélagiques adultes, tels que les Anchois, les Sardines, etc.

INDICATIONS PRATIQUES

Les pêches des Diatomées, qui se font le plus souvent avec le petit filet à phytoplancton (Pl. 1, fig. 1), qu'on utilise soit en marche pour les prises horizontales, soit verticalement, peuvent être exécutées également au moyen de la centrifugation de l'eau de mer ou par la méthode de prises du nanoplancton avec les bouteilles Richard ou Nansen. La fixation des récoltes se fait par le Picro-Formol, Bouin, Zenker ou Flemming

(éviter l'usage du Formol seul) et leur conservation dans l'alcool à 96°. Les diverses colorations sont utilisées suivant la nature des éléments cellulaires : on colore les noyaux avec l'Hémalun ou l'Hématoxyline ferrique; pour les chromoplastes, l'Hématoxyline et la Fuchsin S, et pour les pyrénoïdes, la Safranine, l'Éosine, le Méthylgrun, l'Orange G, la Nigrosine avec l'acide picrique. Pour l'étude des frustules sont indispensables les traitements spéciaux, soit l'incinération à la flamme après le desséchement dans une goutte de l'eau distillée sur une lamelle fine, soit le traitement par des acides : bouillir les frustules pendant 20 minutes dans l'acide sulfurique, ajouter une petite quantité de nitrate de potasse, laver à l'eau distillée. Après la déshydratation, le montage doit se faire de préférence dans le Monobromnaphtaline ou dans le Baume de Styrax, et non dans le Baume de Canada, qui éclaircit trop et rend impossible l'étude de l'ornementation superficielle des frustules.

CLASSIFICATION

La systématique des Diatomées ou des Bacillariophycées, qui représentent une classe nettement délimitée parmi les 10 classes des Algues, est basée principalement sur la forme et l'ornementation des frustules, et elle présente d'assez grandes difficultés à cause de leur variabilité au point de vue morphologique. Par leurs caractères morphologiques et biologiques les Diatomées se divisent en 2 sous-classes :

I. La sous-classe des Centricae ou Diatomées Centriques, qui sont caractérisées par leurs frustules nettement centriques, rarement pseudo-zygomorphes, avec l'ornementation des surfaces des valves concentrique, radiaire ou irrégulière, jamais pennée. Leur plan valvaire est circulaire ou elliptique, polygonal ou irrégulier, très rarement naviculaire. Le pseudo-raphé et le vrai raphé sont absents. L'auxosporulation est du type asexué, les phénomènes sexués paraissent être représentés par des microspores (gamètes?). Les endospores sont fréquentes. La plupart des formes marines sont planctoniques, néritiques ou eupélagiques, non mobiles. 4 ordres, dont 3 sont représentés dans le microplancton méditerranéen.

II. La sous-classe des Pennatae ou Diatomées Pennées ont leurs frustules nettement zygomorphes, avec ornementation pennée, très rarement irrégulière. Leur plan valvaire est en bâtonnet ou en navette. Le pseudo-raphé ou le vrai raphé toujours présents. L'auxosporulation du type sexué, exceptionnellement régressé. Pas de microspores ni d'endospores. Elles ont peu d'espèces réellement pélagiques, sont essentiellement benthiques, littorales, mais certaines peuvent devenir héléoplanctoniques, soit entraînées dans le plancton accidentellement par des courants, soit montant d'elles-mêmes à la surface au moment de leurs divisions végétatives. 2 ordres, dont 4 familles seulement ont des représentants dans le plancton méditerranéen.

En tête des tableaux dichotomiques qui suivent nous donnons d'abord la table pour la détermination des ordres seuls des Diatomées, afin d'éviter le retour à plusieurs reprises aux mêmes formes, retour gênant, mais inévitable si l'on veut traiter simultanément les ordres, les sous-ordres, les familles et les genres. Les pages suivantes contiennent les tableaux dichotomiques pour la distinction des familles et donnent la description des caractères essentiels des genres, ainsi que les indications des principales espèces méditerranéennes, y compris les formes héléoplanctoniques les plus communes.

Pour les besoins d'ordre technique, les abréviations suivantes seront utilisées dans les tableaux :

Fr-frustules; D-diamètre; L-longueur; La-largeur; C-commun; AC-assez commun; CC-très commun; R-rare; AR-assez rare; RR-très rare.

Clef pour la détermination des sous-classes et des ordres.

1 Fr. à symétrie centrique, sans raphé ni pseudo-raphé......... 2	Sous-classe des CENTRICAE Schütt.
– Fr. non centriques, ornementation pennée, pseudo-raphé ou raphé présents 4	Sous-classe des PENNATAE Schütt.
2 Fr. discoïdales, plates ou cylindriques-courtes ; plan valvaire circulaire, généralement sans cornes ni excroissances.........	Ordre des **DISCOIDEAE** Schütt. Fr. surtout discoïdales ou lenticulaires, devenant parfois cylindroïdes-courtes par allongement de l'axe pervalvaire. Bandes intercalaires absentes ou peu développées, sans septum. Cornes ou longs prolongements manquent, souvent de petites dents; une seule famille avec petites excroissances, parfois avec yeux. Isolées ou en chaînes serrées ou lâches, les cellules étant réunies par des filaments gélatineux ou, plus rarement, par des petits prolongements siliceux des fr.
– Fr. non discoïdales, d'une autre forme...................... 3	
3 Fr. généralement plus longues que larges, en bâtonnets; plan valvaire circulaire ou elliptique..	Ordre des **SOLENIOIDEAE** Schütt. Fr. allongées, cylindriques, parois peu silicifiées, ornementation délicate, sans excroissances ni yeux, mais souvent des dents ou des spicules apicaux, se terminant parfois en longues soies. Bandes intercalaires annulaires ou en écailles; plan valvaire circulaire ou elliptique. Isolées ou en chaînes serrées, plus rarement lâches.
– Fr. en forme de boîtes peu élevées, bi-, tri- ou multi-polaires, généralement avec excroissances ou cornes; plan valvaire circulaire, elliptique polygonal, exceptionnellement semi-circulaire	Ordre des **BIDDULPHIOIDEAE** Schütt. Fr. en forme de boîtes, rarement hautes par allongement de l'axe pervalvaire, fondamentalement du type centrique, mais généralement bi-, tri-, multi-polaires, d'aspect pseudo-zygomorphe, avec angles proéminents, excroissances, cornes ou soies. Plan valvaire circulaire, elliptique, polygonal, rarement semi-circulaire. Bandes intercalaires et septum manquent généralement. Isolées ou en chaînes, cellules voisines reliées soit par des filaments gélatineux, soit par coalescence des parties basales des soies ou des cornes.
4 Fr. avec pseudo-raphé souvent présent, jamais de vrai raphé...	Ordre des **ARAPHIDEAE** Schütt. Sous-ordre des **Fragilarioideae** Schütt. Fr. en bâtonnets ou en plaques prismatiques avec stries ou côtes transapicales et pores à mucus, sans vrai raphé, mais seulement souvent avec pseudo-raphé. Bandes intercalaires et septum très fréquents. Chaînes souvent en étoiles, en zigzags, en rubans; parfois en colonies ramifiées, vivant en épiphytes sur des Copépodes principalement.
– Fr. avec un vrai raphé, soit sur une seule valve, soit sur les 2...	Ordre des **RAPHIDIOIDEAE** Schütt. Sous-ordre des **Biraphideae** Schütt. Fr. bacillaires ou naviculaires avec raphé bien développé sur les 2 valves. Isolées ou en colonies soit linéaires, soit rubanées, ou en forme de jalousies.

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	Ordre des **DISCOIDEAE** Schütt.		
1 Ornement. de fr. soit uniforme, soit rayonnée ou fasciculaire, mais sans segments ni secteurs distincts. Pas d'excroissances ni d'yeux, souvent avec dents périphériques plus ou moins longues.	Fam. *COSCINODISCEAE* Schütt. Fr. discoïdales, lenticulaires ou en forme de tambours, souvent cylindriques allongées, avec denticules ou piquants périphériques. Parois souvent peu silicifiées, ornement. variable; plan valvaire circulaire, très rarement elliptique. Isolées ou en chaînes serrées ou lâches. 3 sous-familles :		
	1. s/fam. MELOSIRINAE Schütt. Fr. le plus souvent allongées cylindriques, plus rarement discoïdales ou lenticulaires, à parois fines, valves planes ou bombées; plan valvaire circulaire, rarement elliptique. Chaînes longues, serrées ou lâches.	g. MELOSIRA Agardh. Fr. cylindr. ou en tambour, valves convexes ou planes avec cercle de petites denticules. Ornementation-ponctuations en stries, pas d'aréoles. Plan valv. circulaire. Chaînes longues, serrées ou lâches. Héléoplanctoniques.	**sulcata** (Ehrbg.) Kützing (= *Paralia sulcata* Cleve). D. 8-80 μ, Haut. 3 à 10 μ. C. Étangs, Adriatique. (Pl. 6, fig. 1).
		g. STEPHANOPYXIS Ehrenb. Fr. cylindr., plus rarement ellipsoïd. Valves avec aréoles 5-6 angul., couronne de spicules creux, élargis aux bouts. Chaînes assez lâches, cellules unies par substance gélatin. passant par spicules.	**palmeriana** (Grev.) Grunow. D. 35-150 μ. AR, surtout en profondeur. (Pl. 6, fig. 2, A et B).
		g. SCELETONEMA Greville. Fr. discoïd. à cylindr., valves planes ou convexes, ornement. délicate. Couronne de prolongements siliceux marginaux, par lesquels les fr. s'agencent en chaînes filiformes lâches.	**costatum** (Grev.) Cleve. D. 3, 5-18 μ. C. Néritique. (Pl. 6, fig. 3, A, B). **mirabile** Grunow. D. 14 μ. R.
	2. s/fam. SCELETONEMINAE Schütt. Fr. discoïd., en tambour, rarement cylindr. Parois peu silicifiées, ornement. faible. Bandes intercal. fréquentes; plan valvaire circul. Fins spicules marginaux plus ou moins longs, pas de cornes. Chaînes plus ou moins lâches, formées par l'union soit des prolongements siliceux, soit par des filaments gélatineux.	g. COSCINOSIRA Gran. Fr. en tambours ou cylindr. courts, valves planes ou convexes, avec denticules ou petites cornes; ornement. — grosses aréoles. Fr. des chaînes réunies par *plusieurs* filaments gélatineux.	**polychorda** Gran. D. 24-76 μ. R. (Pl. 6, fig. 4). **mediterranea** Schröder. R. Adriatique.
		g. THALASSIOSIRA Cleve. Fr. en tambours, rarement allongées. Valves aréolées et ponctuées radiairement, avec	**nordenskioldi** Cleve. D. 12-43 μ. R. Mer Ibérique. (Pl. 6, fig. 5, A, B).

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnosse	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		dents margin., parfois des soies latérales, ou 1 seul spicule central. Bandes intercal. fréquentes. Fr. de la chaîne réunies par 1 *seul* filament gélatineux. Quelquefois une enveloppe gélatineuse.	**decipiens** (Grun.) Jörgensen. D. 12-40, AC. (Pl. 6, f. 6). **rotula** Meunier. R. Mer Ibérique, en prof. (Pl. 6, fig. 7).
	3. s/fam. COSCINODISCINAE Schütt. Fr. discoïdales ou en tambours plus ou moins élevés, bandes intercal. fréquentes; pas de cornes, d'yeux ni d'excroissances, parfois une couronne de fins spicules ou de soies marginales, ou une ceinture hyaline périphérique. Plan valvaire circulaire, rarement elliptique. Ornement. ponctuée ou aréolée en lignes ou stries. Généralement isolées, chaînes rares, union de fr. par filaments gélatineux.	g. Ethmodiscus Castracane. Fr. en tambours élevés, cylindroïdes; valves convexes ou concaves, avec fines lignes de ponctuations.	**gazellae** (Janich) Hustedt. D. 350 µ, L. 40 µ. AR. (Pl. 6, fig. 8). **granulosus** Grunow. AR. **stylorum** Brightwell. (RR).
		g. Coscinodiscus Ehrenb. Fr. discoïdales, souvent avec petites dents marginales, plan valvaire circulaire, rarement ellipsoïd. ou irrégulier. Bandes intercal. présentes. Ornement. ponctuée, granulée ou aréolée, en lignes radiales ou en faisceaux, souvent avec rangées tangentielles d'aréoles. Aréoles polygonales, perforées, en réseau, arrondies isolées. Centre de la valve soit une aréa unie, soit avec rosette d'aréoles.	**excentricus** Ehrb. D. 20-100 µ. AC. (Pl. 7, fig. 1). **lineatus** Ehrenb. D. 30-150 µ. C. (Pl. 7, fig. 2, A, B). **radiatus** Ehrenb. D. 30-180 µ. CC, pérennant, à tous niveaux. (Pl. 7, fig. 3). **alborani** Pavillard. D. 60-70 µ. CC. Estival. (Pl. 7, fig. 4, A, B). **centralis** Ehrbg. D. 100-300 µ. AC. Été. (Pl. 7, fig. 5). **perforatus** Ehrbg. var. *Pavillardi*. D. 100-200 µ. AC, pérennant, à tous niveaux. (Pl. 7, fig. 6). **nodulifer** Schm. D. 20-100 µ. AR. Pérennant. (Pl. 7, fig. 7). **thori** Pavillard. D. 120-170 µ. AR. Endémique, hiver, en prof. (Pl. 7, f. 8). **curvatulus** Grun. D. 40-100 µ. R. En prof. (Pl. 7, fig. 9, A, B). **stellaris** Roper. D. 65-175 µ. R. à la surface, plus C. en prof. en été qu'en hiver.

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		g. PLANCTONIELLA Schütt. Fr. discoïdales, semblables à COSCINODISCUS, mais avec ceinture hyaline périphér. peu silicifiée creuse, divisée en compartiments par des cloisons radiales. Valves aréolées avec anneau de gros pores.	**sol** (Wallich) Schütt. D. 10-60 μ. AC. Pérennant, hiver en surface, ombrophile en été. (Pl. 7, fig. 10).
– Surface des valves nettement divisée en secteurs, non unie .... 2 2 Surface des valves divisée en secteurs par des rides, vallonnements ou rayons, partant ou non du centre. Fr. sans yeux, ni cornes.	Fam. des *ACTINODISCEAE* Schütt. Fr. discoïdales ou en tambours, plan valvaire circulaire, rarement polygonal ou irrégulier. Valves planes ou peu convexes, avec compartiments radiaires, disposés en segments par des plis ou lignes hyalines allant ou non jusqu'au centre. Pas d'yeux ni d'excroissances périphér., mais souvent dents marginales se terminant en griffes. 3 s/fam., dont 2 Méd.		
	1. s/fam. ACTINOPTYCHINAE Schütt. Fr. isolées discoïdales, plan valvaire circulaire, rarement polygonal. Surface des valves divisée en secteurs par plis radiaires, se terminant par dents marginales avec griffes. Ornement. fine, ponctuée ou aréolée; champs central hyalin, arrondi ou étoilé, sans ornementation.	g. ACTINOPTYCHUS Ehrbg. Fr. discoïdales, plan valvaire circulaire, polygonal ou triangulaire, avec côtés fortement concaves. Secteurs délimités par plis, champ central hyalin. Au bord margin. des secteurs 1 ou plusieurs dents en griffes creuses, souvent des denticules périphér. Pas de bande intercal., ni septum. Aréoles disposées en lignes croisées.	**undulatus** (Bail.) Ralfs. D. 20-150 μ. AR. Été, en prof. (Pl. 7, fig. 11). **adriaticus** Grun. AC. **splendens** (Ichadb). Ralfs. AR.
	2. s/fam. ASTEROLAMPRINAE Schütt. Fr. discoïd., plan valvaire circulaire (valves non bilatérales), ou plus ou moins ovalaire (valves bilatérales). Périphérie des valves aréolée avec plis radiaires; champ central hyalin, divisé en sec-	g. ASTEROLAMPRA Ehrbg. Fr. discoïd., plan valvaire circul., valves plus ou moins convexes, non bilatérales. Champ centr. rarement aréolé, divisé en secteurs par lignes hyalines. Plis périphér., avec petits prolongements hyalins margin., et *radii* hyalins du centre, tous	**marylandica** Ehrb. D. 50-150 μ. TC. à tous niveaux, surtout en été. (Pl. 7, fig. 12). **grevillei** (Wall.) Grev. D. 70-125 μ, CC, pérennant. (Pl. 7, fig. 13).

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	teurs par lignes radiaires hyalines, délimitant secteurs cunéiformes, alternant avec plis périphériques. Bords valvaires avec courts prolongements, pas de cornes ni d'yeux.	*semblables* comme forme et grosseur. g. ASTEROMPHALUS Ehrbg. Fr. discoïd., plan valvaire surtout ovalaire, valves convexes bilatérales. Champ central hyalin excentrique. Plis périphér., avec petits prolongements marginaux, et *radii* hyalins centraux *inégaux*, un parmi eux plus étroit et plus petit que les autres.	**van Heurcki** Brun. D. 150-240 µ. CC, pérennant. **flabellatus** Breb. L. 40-60 µ, La. 36-50 µ. C. (Adriatique). (Pl. 7, fig. 14). **robustus** Castr. D. 25-50 µ. R. (*in* Salpes). (Pl. 7, fig. 15). **arachne** (Breb.) Ralfs. D. 40-60 µ. R. (Pl. 8, fig. 1).
– Surface des valves soit plane, unie, souvent avec spicules marginaux, et partie centrale en forme d'un gros mamelon, soit avec plis radiaires périphér., sans secteurs nets.	Fam. des *EUPODISCEAE* Schütt. Fr. discoïd., plan valvaire circul., rarement ellipt. ou polygonal. Valves avec plis radiaires périphér. Partie médiane souvent fortement mamelonnée, non divisée en secteurs nets. Spic., cornes, excroissances marginaux et yeux présents.		
	3 s/fam., dont 2 Méd. 1. s/fam. PYRGODISCINAE Schütt. Fr. discoïd., plan valvaire circul.; valves avec plis radiaires périphér. et partie centrale mamelonnée; soit une couronne de fins spic. marginaux, soit quelques gros spicules isolés.	g. GOSSLERIELLA Schütt. Fr. discoïd. planes, couronne très fournie de spic., orientés parallèlement au plan valvaire.	**tropica** Schütt. D. 120-250 µ. AR en hiver à la surface, plus C. en profondeur, de 70 à 200 m. (Pl. 8, fig. 2).
	2. s/fam. EUPODISCINAE Schütt. Fr. discoïd. ou en boîtes; plan valvaire circul., souvent polygonal; 1 ou plusieurs yeux excentriques.	g. ACTINOCYCLUS Ehrenb. Fr. discoïd., plan valvaire circul., rarement elliptique; valves planes ou peu convexes, souvent avec plis concentriques, mais non radiaires. Ornement. ponctuée ou avec aréoles, rondes ou polygonales, disposées en lignes radiaires isolées ou réunies en faisceaux. Zone marginale et submarginale d'éléments d'ornement. différents des autres. 1 seul œil périphér. Souvent des denticules marginales.	**ehrenbergi** Ralfs. D. 50-300 µ. AR. Méd. Orient. (Pl. 8, fig. 3). **subtilis** (Gregory) Ralfs. AC. Sète.

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
3 Fr. allongées, cylindriques ou en bâtonnets, plan valvaire circul. ou elliptique; parois peu silicifiées; valves sans excroissances ni yeux, souvent avec dents, spicules ou soies. Ornement. délicate. Bandes intercal. diverses présentes. Isolées ou en chaînes.	Ordre des **SOLENIOIDEAE** Schütt. Fam. des *SOLENIEAE* Schütt. Seule famille de l'ordre avec 2 sous-familles : 1. s/fam. LAUDERIINAE Schütt. Fr. cylindr., plan valvaire circul.; valves planes ou bombées, sans ou avec dents, spic. ou soies, souvent 1 seul spic. central, correspondant au pore central, mais sans prolongement asymétrique. Bandes intercal. en écailles ou en col droit.	g. Corethron Castracane. Fr. cylindr., plan valvaire circul. Valves très bombées, presque hémisphér., avec longues soies marginales, dirigées obliquement vers l'arrière; souvent deuxième couronne de soies en crochets. Isolées, ne formant pas de chaînes. Bandes intercal. peu distinctes, annulaires ou en écailles.	**pelagicum** Bruce. D. 90-150 μ. R, été en profondeur. (Pl. 8, fig. 4).
		g. Schrœderella Pavillard. Fr. cylindr., valves légèrement convexes et excavées au milieu, avec un pore central, se prolongeant par un canal dans un petit spicule, par lequel passe la substance gélatineuse unissant cellules voisines de la chaîne, droite et serrée. Plan valvaire circul.; bandes intercal. en col droit. Une couronne de spic. margin., pas de spic. impair.	**delicatula** (Peragallo) Pavillard. D. 18-30 μ, L. 15-100 μ. AC en Janvier-Mars à tous niveaux. (Pl. 8, fig. 5, A, B).
		g. Leptocylindrus Cleve. Fr. cylindr., plan valvaire circul., parois fines, peu silicifiées, sans ornement. discernable; bandes intercal. peu apparentes, pas de pore central. Chaînes longues, droites et serrées.	**danicus** Cleve. D. 6-12 μ, 2 à 10 fois plus long que large. RR, en profondeur seulement. (Pl. 8, fig. 6). **adriaticus** Schröder. R., Adriatique.
		g. Dactyliosolen Castracane. Fr. cylindr., valves planes, pas de pore central, de dents ni de spicules, parfois des petites nodosités à la place. Bandes intercal. nombreuses, demi-annulaires, légèrement spiralées, s'intercalant entre elles par leurs extrémités effilées. Chaînes droites, très serrées.	**mediterraneus** Peragallo. D. 10-35 μ AR à la surface et en profondeur, plus C en été à 70-200 m. (ombrophile). Parfois avec Flagellé épiphyte - *Solenicola setigera* Pavillard. (Pl. 8, fig. 7).

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		g. Lauderia Cleve. Fr. cylindr., plan valvaire circul., valves légèrement bombées, sans pore central, avec spic. longs et courts, perforés des canaux des pores. Près du bord un spic. plus fort, impair. Parois très fines, ornement. sur les surfaces valvaires en fines stries radiaires. Bandes intercal. aréolées, nombreuses, en col droit, ne se touchant pas. Chaînes plus ou moins longues, lâches.	**borealis** Gran. D. 30-50 µ. AR, surtout au printemps à tous niveaux. (Pl. 8, fig. 8).
	2. s/fam. RHIZOSOLENIINAE Schütt. Fr. cylindr. ou en bâtonnets, plan valvaire circul. ou elliptique. Valves rarement planes, le plus souvent coniques ou en dômes, avec 1 seul prolongement polaire plus ou moins long, souvent excentr. Bandes intercal. nombreuses, difficiles à discerner, en écailles, annulaires ou en col droit. Isolées ou en chaînes.	g. Guinardia Peragallo. Fr. cylindr., valves planes, avec 1 prolongement margin. rudimentaire. Bandes intercal. nombreuses, soit en col droit *(G. flaccida)*, soit avec extrémités effilées emboîtées *(G. blavyana)*. Isolées ou en chaînes très serrées.	**flaccida** (Castr.) Peragallo. D. 25-90 µ, 1/2 à 2 fois plus long que large. CC, pérennant, surtout en surface. (Pl. 8, fig. 9). **blavyana** Peragal. D. 40-80 µ. CC, pérennant à la surface. (Pl. 8, fig. 10).
		g. Rhizosolenia Ehrenb. Fr. cylindr., plan valvaire elliptique ou circul. Valves rarement planes, généralement coniques, en dômes, asymétriques, pourvues d'un prolongement apical, massif ou creux, se terminant parfois par une longue soie. Parois minces, ponctuation ou striation très fines, disposées en quinconces. Bandes intercal. nombreuses, peu distinctes, rarement annulaires, généralement en écailles trapéziformes ou rhomboïdales. Isolées ou en chaînes droites, plus rarement spiralées. 6 tribus d'après la forme et le nombre de bandes intercalaires :	
		tribu *simplices* : fr. symétriques, les 2 prolongements apicaux dans le même axe.	**fragilissima** Bergon. D. 8-70 µ, un peu plus longue que large. R. (Pl. 8, fig. 11). **bergoni** Peragallo. D. 100 µ, L. 500 µ. CC en hiver à la surface, pérennant en prof. (Pl. 9, fig. 1, A, B).

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
			firma Karsten. D. 170 μ. RR, uniquement en profondeur. (Pl. 9, fig. 2, A, B).
		tribu *annulatae*. Valves peu bombées, styles excentr., bandes intercal. annulaires de même longueur.	**stolterfothii** Peragallo. D. 15-40 μ, L. 250 μ, forme des chaînes spiralées. CC, pérennante, en toute saison et à tous niveaux. (Pl. 9, fig. 3). **delicatula** Cleve. D. 10-20 μ, L. 3 à 5 fois plus grande que largeur. Douteuse dans Méd. (Pl. 9, fig. 4).
		tribu *robustae*. Valves en dômes, styles excentriques, généralement à l'état isolé.	**robusta** Norman. D. 50-400 μ, L. 500 μ — 1 mm. Pérennante, CC toute année, à tous niveaux. (Pl. 9, fig. 5).
		tribu *imbricatae*. Bandes intercal. disposées en 2 lignes longitudinales.	**imbricata** Brightwell. D. 100 μ, L. 500 μ. CC surtout en hiver, à tous niveaux. (Pl. 9, fig. 6, A, B). var. *shrubsolei* (Cleve Schr. (Pl. 9, fig. 7, A, B).
		tribu *styliformes*. Styles très développés.	**styliformis** Brightwell (= *formosa* Peragallo). D. 100 μ L. 1,5 mm. C. toute année, à tous niveaux. (Pl. 9, fig. 8). **setigera** Bright. D. 6-25 μ. Pérennante, été. (Pl. 9, fig. 9). **hebetata** (Bailes) Gran. D. 30-36 μ, L. 75 μ. (Pl. 10, fig. 1, A, B). var. *semispina* (Hansen) Gran. D. 515 μ. (Pl. 10, fig. 1, C, D). Souvent avec *Richelia intracellularis* Schm. Pérennantes. **calcar avis** Sch. D. 8-100 μ, L. 1 mm. (Pl. 10, fig. 2, A, B). Pérennante, CC, la

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
			plus caractéristique du phytoplancton méditerr.
		tribu *alatae*. Pas de styles, mais des prolongements particuliers en forme de tubes obtus.	**alata** Brightwell. D. 7-15 μ, L. 700 μ. *forma indica* (Peragallo) Ostenf. D. 20-50 μ. CC., probablement pérennante en profondeur. (Pl. 10, fig. 3, A-C).
		tribu *incertae*.	**temperei** Peragallo. D. 200-500 μ, L. 2 mm. CC., parfois dominante dans le plancton de surface en été. (Pl. 10, fig. 4). **acuminata** (Perag.) Gran. D. 35-225 μ, L. 1 mm. AC. (Pl. 10, fig. 5). **castracanei** Perag. D. 150-200 μ, L. 600 μ à 1 mm. CC. surtout en profondeur. (Pl. 10, fig. 6).
	Ordre des **BIDDULPHIOIDEAE** Schütt.		
5 Fr. bi multi-polaires avec 2 ou plusieurs cornes ou soies longues, sans griffes.	Fam. des *CHAETOCEREAE* Schütt. Fr. en forme de boîtes bi-multi-polaires, valves avec 2 ou plusieurs cornes ou soies, lisses ou dentelées. Plan valvaire circulaire ou ellipt. Bandes intercal. sans septum rarement présentes. Très rarement isolées, généralement en chaînes, cellules voisines unies par coalescence des parties proximales des appendices.	g. Bacteriastrum Shadbolt. Fr. en boîtes cylindr., chaque valve avec au moins 4 soies. Parois fines, sans ornementation apparente. Plan valvaire circul., pas de bandes intercal. Chaînes lâches, formées par le croisement des soies des cellules voisines, avec des espaces entre elles, dits « fenêtres ». Soies des cellules terminales des chaînes différentes, par la forme et la position, des autres.	
		2 tribus : tribu *isomorpha*. Cellules terminales de la chaîne symétriques, leurs soies semblables dirigées soit à l'extérieur, soit à l'intérieur.	**delicatulum** Cleve. D. 7-18 μ, L. 10-12 μ. CC., le plus commun dans Méd. 6 à 10 soies à chaque valve. (Pl. 11, fig. 1). **hyalinum** Lauder. D. 15-36 μ. C. en hiver à tous niveaux. 16-

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
			32 soies à chaque valve. (Pl. 11, fig. 2). **elongatum** Cleve. D. 10-27 μ. AR., en profondeur. (Pl. 11, fig. 3). **biconicum** Pavillard. D. 100 μ, L. 100 μ. R., surtout Golfe de Lion. (Pl. 11, fig. 4).
		tribu *sagittata*. Cellules terminales des chaînes asymétriques, leurs soies orientées dans des sens différents.	**mediterraneum** Pavillard. D. 16-32 μ. R. (Pl. 11, fig. 5, A, B). **elegans** Pavillard. D. 15-28 μ. R., exclusivement estival. (Pl. 11, fig. 6). **comosum** Pavillard. D. 5-22 μ. (Pl. 11, fig. 7).
		g. CHAETOCEROS Ehrenb. Fr. bi-multi-polaires, plan valvaire circul. ou hétéraxone. Valves elliptiques, planes ou concaves, souvent convexes, avec un petit spic. central. Chaque valve avec 2 cornes ou soies très longues, dont les parties proximales coalescentes assurent union des cellules contiguës des chaînes plus ou moins lâches, avec fenêtres entre cellules. Fr. terminales plus grosses et de forme différente que les autres. Ornement. fine, peu connue, semble être ponctuation linéaire. Parfois bandes intercal. annul. s'emboîtant entre elles, sans septum. Parfois enveloppe gélatineuse autour de la chaîne. Formes isolées très rares. 2 sous-genres et de nombreuses tribus, principalement d'après la forme des soies.	
		s/g. PHOEOCEROS Gran. Formes grosses, avec cornes fortes, souvent dentelées.	
		tribu *atlantica*. 1 spic. central fort sur chaque valve toujours présent dans les fr. terminales, dont les	**atlanticum** Cleve. D. 15-40 μ. AR, en profondeur. (Pl. 11, fig. 8). Sa variété *nea-*

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		cornes sont autrement orientées que celles des cellules des chaînes; fenêtres intercellulaires.	*politana* (Sch.) Hustedt, est, probablement, seule qu'on trouve en Méd. (Pl. 12, fig. 1).
		tribu *borealia*. Formes isolées ou en chaînes. Fenêtres plus petites que fr., soies terminales semblables aux autres.	**densus** Cleve. D. 10-40 µ. CC. toute l'année, à tous les niveaux. Souvent avec *Vorticella marina* Zaccharias. (Pl. 12, fig. 2). **peruvianus** Brightwell. D. 10-30 µ. Très polymorphe, nombr. variétés. C. pérennant, à tous niveaux. (Pl. 12, fig. 3). **eibenii** (Meunier) Grunow. D. 25-78 µ, L. 20-65 µ. R., en hiver. (Pl. 12, fig. 4). **tetrastichon** Cleve. R. Février, Mars. Associé souvent avec *Tintinnus inquilinus* K. et C. (Pl. 12, fig. 5). **dadayi** Pavillard. AC. en automne et au printemps. Également souvent avec *Tintinnus inquilinus* K. et C. (Pl. 5, fig. 2). **danicus** Cleve. D. 8-20 µ. R. en Février en surface (douteux). Isolé ou en chaînes de 2-3 fr. (Pl. 12, fig. 6). **rostratus** Lauder. D. 10-35 µ. R. (Pl. 12, fig. 7). **convolutus** Castracane. D. 10-27 µ. R. (Pl. 12, fig. 8). **saltans** Cleve. D. 10-12 µ. RR. (Pl. 12, fig. 9).
		s/g. Hyalochaete Gran. Formes avec soies fines.	
		tribu *dicladia*. Formes caténaires, soies des cellules terminales diffèrent	**decipiens** Cleve. D. 10-80 µ. C., dominant à la surface au

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		des autres par leur forme et orientation. 9-10 chromoplastes visibles par ceinture.	printemps et en automne. (Pl. 12, fig. 10). **lorenzianus** Grun. D. 10-80 µ. AR. en hiver, à tous niveaux. (Pl. 12, fig. 11).
		tribu *cylindrica*. Fr. cylindroïdes en chaînes très serrées, fenêtres petites, soies terminales semblables aux autres, mais orientées d'une autre manière.	**lauderi** Ralfs. CC. en hiver, R ou absent en été. (Pl. 13, fig. 1).
		tribu *compressa*. Chaînes avec fenêtres, soies semblables, sauf celles de quelques fr. du milieu.	**compressus**, Lauder. D. 8-40 µ. R. en hiver, plus C. en profondeur au printemps et en été. (Pl. 13, fig. 2).
		tribu *protuberantia*. Valves avec une grosse protubérance conique ou hémisphérique centrale; fenêtres plus hautes que les fr.	**didymus** Ehrenberg. var. la plus commune : *anglica* (Grun) Gran. D. 10-40 µ. AR. à la surface et en profond., R. en été. (Pl. 13, fig. 3).
		tribu *stenocincta*. Chaînes très serrées, fr. appliquées les unes contre les autres par des angles, fenêtres très réduites. Soies terminales différentes des autres.	**affinis** Lauder. D. 9-30 µ. CC. pérennant, à tous niveaux. (Pl. 13, fig. 4). **costatus** Pavill. D. 12-40 µ. AC. (Pl. 13, fig. 5).
		tribu *laciniosa*. Chaînes avec fenêtres larges; soies terminales nettement différentes des autres.	**laciniosus** Schütt. D. 10-42 µ. AC, indigène. (Pl. 13, fig. 6). **brevis** Schütt et forme *pseudobrevis* Pavillard. AC. (Pl. 14, fig. 1).
		tribu *diadema*. Soies terminales différentes des autres; un seul chromoplaste visible par ceinture.	**subsecundus** (Gran) Hustedt (= *diadema* Ehrbg.). D. 11-50 µ. C. (Pl. 13, fig. 7, A, **seiracanthus** Gran. D. 12-24 µ. AC. (Pl. 13, fig. 8, A, B).
		tribu *diversa*. Soies de quelques paires des fr. du milieu de la chaîne différentes des autres.	**diversus** Cleve. D. 8-12 µ. C. à tous niveaux, surtout en hiver. (Pl. 13, fig. 9, A, B).

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
			messanensis Castracane. D. 12-40 μ. Pérennant, C. surtout en profond. (Pl. 14, fig. 2).
		tribu *brevicatenata*. Formes petites, peu connues. Chaînes très courtes, soies terminales différentes des autres.	**wighami** Brightw. D 7-18 μ. C. (Pl. 14, fig. 3). **crinitus** Schütt. D. 15-25 μ. AC. en hiver. (Pl. 14, fig. 4).
		tribu *curviseta*. Chaînes tordues, soies terminales semblables aux autres.	**curvisetus** Cleve. D. 10-30 μ. CC., souvent dominant au printemps et à l'automne. (Pl. 14, fig. 5). **pseudocurvisetus** Mangin. D. 15-50 μ. R., seulement en profond. (Pl. 14, fig. 6).
		tribu *anastomosantia*. Soies ne sont pas coalescentes directement, mais réunies, à une certaine distance de fr., par des pièces intermédiaires.	**anastomosans** Grun. D. 10-20 μ. R. (Pl. 14, fig. 7).
		tribu *furcellata*. Chaînes généralement lâches, distendues, soies termin. semblables aux autres, qui sont d'abord coalescentes sur une longueur assez grande et bifurquent ensuite. Endospores caractéristiques, réunies par 2. Parfois enveloppe gélatineuse, non sphérique.	**tortissimum** Gran. D. 11-16 μ. R, en automne de 0 à 70 m. (Pl. 14, fig. 8).
		tribu *socialia*. Chaînes tordues, courtes, généralement dans une enveloppe gélatineuse sphérique.	**socialis** Lauder. RR.
– Fr. bi - multi - polaires, sans soies ni cornes longues, servant à réunir fr. en chaînes. 6			
6 Fr. bi - multi - polaires avec excroissances ou très courtes cornes se terminant par des griffes. Plan valvaire circulaire, elliptique ou polygonal.	Fam. des *BIDDULPHIEAE* Schütt. Fr. en boîtes plus ou moins hautes; valves circul., ellipt. ou multiangul. par suite du développement des angles, des excroissances ou des cornes, courtes et épaisses, avec griffes terminales. Côtés		

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	entre les angles concaves ou convexes; symétrie étoilée. Bandes intercal. et septum souvent présents. Chaînes se formant par les angles des fr. 4 sous-familles :		
	1. s/fam. EUCAMPIINAE Schütt. Fr. bipolaires, en boîtes basses ou hautes, plan valvaire elliptique. Valves avec, aux pôles de l'axe apical, des cornes courtes, sans griffes. Parois peu silicifiées. Chaînes droites ou courbées, avec fenêtres plus ou moins grandes, fr. étant réunies entre elles par les extrémités aplaties des prolongements apicaux.	g. EUCAMPIA Ehrenberg. Fr. avec plan valvaire ellipt. étroit. Valves ellipt. avec prolongements apicaux émoussés, plus ou moins développés. Bandes intercal. présentes. Chaînes spiralées, avec fenêtres circul. ou elliptiques.	**zodiacus** Ehrenb. D. 13-100 µ. Forme atlantique, accidentelle en Méd. (Pl. 15, fig. 1).
	2. s/fam. TRICERATIINAE Schütt. Fr. cylindroïdes ou prismatiques *monaxones*, plan valvaire circul. ou polygonal. Valves avec des prolongements marginaux plus ou moins longs, sans griffes. Souvent un prolongement central, soit fort, soit réduit. Bandes intercal. fréquentes. Parois fortement silicifiées, ornement. très prononcée. Généralement caténaires, chaînes parfois en zigzag, adhérence des cellules voisines se faisant par intermédiaire de coussinets gélatineux entre 2 prolongements contigus.	g. DITYLUM Bailey. Fr. en boîtes prismatiques, plan valvaire 3-, rarement 4-angulaire. 1 fort prolongement central au milieu des valves triangulaires, dont les angles sont peu accusés. Partie médiane des valves avec protubérance triangulaire, dont les bords sont souvent pourvus d'une couronne de petits spic. pervalvaires. Côtés externes des valves ondulés. Parois peu silicifiés, ponctuation aréolée. Bandes intercal. nombreuses. Formes généralement isolées.	**brightwellei** (West) Grunow. D. 25-100 µ, R. (Pl. 15, fig. 2, A-C).
		g. LITHODESMIUM Ehrbg. Fr. en boîtes prismatiques, valves avec un long spic. central, fin et creux, et lamelle marginale dans le plan pervalvaire, qui réunit 2 cellules voisines de la chaîne et voile fenêtres intercellulaires. Bandes intercal. en col droit. Essentiellement pélagique.	**undulatum** Ehrbg. et var. *intricatum* Peragallo. L. de côté 40-90 µ R., au printemps. (Pl. 15, fig. 3, A, B).
		g. TRICERATIUM Ehrenb. Fr. typiquement en boîtes avec axe pervalvaire plus ou moins long par suite de la présence de bandes intercal. Plan valvaire 3-, 4-, 5- multi-	**shadboltianum** Greville. L. de côté 40-100 µ. R. à divers niveaux. (Pl. 15, fig. 4, A, B). Forme isolée.

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		angulaire, paraissant parfois presque circul. Valves avec excroissances angulaires sans griffes. Parois très silicifiées, ornementat. prononcée et variable suivant la région. Souvent sur les bords des valves une fine membrane aliforme et denticules canaliculées, assurant l'adhérence des fr. de la chaîne. Essentiellement benthiques, souvent héléoplanctoniques.	**alternans** Bail. AR. (Pl. 15, fig. 5, A, B).
	3. s/fam. BIDDULPHIINAE Schütt. Fr. en boîtes parfois cylindriques, *hétéraxones*, souvent tordues autour de l'axe pervalvaire. Plan valvaire *elliptique*, rarement triangulaire. Valves avec prolongements apicaux, se terminant parfois en soies, sans griffes. Parois, sauf chez formes planctoniques, fortement silicifiées et ornementées. Isolées ou en chaînes, fr. étant unies par les sommets des prolongements apicaux. Principalement benthiques littorales, héléoplanctoniques ou eupélagiques.	g. Biddulphia Gray. Fr. en boîtes parfois presque cylindr. Valves bipolaires avec prolongements apicaux plus ou moins longs ou avec angles très accusés, leurs faces sont généralement bossuées. Parfois de courtes soies partiellement perforées. Parois des fr. des formes benthiques fortement silicifiées et grossièrement aréolées et granulées.	**mobiliensis** Bail. L. axe apical 40-80 μ. C., pérennant à tous niveaux. (Pl. 15, fig. 6). **pulchella** Gray. (= *biddulphiana* Smith). L. axe apical 30-425 μ; L. axe transapical 20-150 μ. C., mais accidentel dans le plancton. (Pl. 15, fig. 7, A, B). **regia** (Schultze) Ostenfeld. L. axe apical 90-310 μ. Semble être accidentel en Méd. (Pl. 15, fig. 8).
	4. s/fam. HEMIAULINAE Schütt. Fr. généralement en boîtes peu hautes, plus rarement cylindriques. Plan valvaire circul., elliptique ou polygonal. Valves avec prolongements plus ou moins longs apicaux et angulaires, ces derniers souvent avec 1 ou plusieurs griffes (éperons). Bandes intercal. souvent présentes, sans septum. Pélagiques, en chaînes longues, fr. réunies par des griffes.	g. Cerataulina Peragal. Fr. typiquement cylindriques, plan valvaire circulaire. 2 valves avec 2 courts prolongements et 1 spic. en forme de poil. Parois peu silicifiées, ornement. très délicate. Planctoniques, caténaires.	**bergoni** Peragallo. L. axe apical 18-52 μ. AR, planctonique néritique, RR. en été. (Pl. 15, fig. 9).
		g. Hemiaulus Ehrenberg. Fr. typiquement en boîtes, plan valvaire elliptique. Valves plus ou moins ridées, bipolaires, avec prolongements marginaux assez longs munis de griffes. Bandes intercal., si elles existent, non discernables, pas des septum visibles. Parois peu silicifiées, ornementation ponctuée ou aréolée. Forment des chaînes généralement courbées, avec longues fenêtres intercellu-	**hauckii** Grunow. L. axe apical 8-75 μ. CC., pérennant, à tous niveaux, surtout en été. (Pl. 15, fig. 10). **sinensis** Greville. AC en hiver, à tous niveaux. (Pl. 15, fig. 11, A, B).

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		laires, fr. étant réunies par des griffes aplaties. Essentiellement pélagiques.	
– Fr. sans cornes, prolongements ni griffes. Plan valvaire *semi-circulaire*.	Fam. des *EUODISCEAE* Schütt. Fr. sans cornes ni prolongements, agencées dorsiventralement, partie dorsale plus large que ventrale. Plan valvaire semi-circulaire, jusqu'à ellipsoïdal, presque circulaire. Valves hautes, souvent avec petits spic. marginaux. Bandes intercal. rarement présentes, sans septum. Parois plus ou moins silicifiées, ornementation du type aréolée, parfois 1 œil est présent. 1 seul genre.	g. HEMIDISCUS (= EUODIA) Wallich. Caractères de la famille.	**cuneiformis** Wall. L. axe apical 60-220 μ, L. axe transapical 40-110 μ. R. (Pl. 15, fig. 12). var. *orbicularis* (Castr.) Hustedt est également R.
	Ordre des **ARAPHIDEAE** Schütt. Sous-ordre des **Fragilarioideae** Schütt.		
7 Les 2 valves des fr. pennées, sans vrai raphé, parfois avec un pseudo-raphé, semblables, ou presque, entre elles.	Fam. des *TABELLARIEAE* Schütt. Fr. en forme de plaques prismatiques ou de bâtonnets, plus rarement cunéiformes, avec nombreuses bandes intercal. et septum. Forment des chaînes droites rubanées ou des colonies en éventail chez formes sessiles épiphytes. 2 sous-familles.		
	1. s/fam. TABELLARIINAE Schütt. Fr. avec axe apical isopolaire. Valves généralement tabulaires, sans plis transapicaux ou avec très délicats; bandes intercal. et septum nombreux; ornement. délicate, soit seulement sur les bandes intercal., soit sur toute la surface des fr.	g. RHABDONEMA Kützing. Valves linéaires, vues de profil tabulaires, avec nombreuses bandes intercal. et septum bien développés. Faces des valves avec stries ou côtes transapicales nettes; ornement. finement ponctuée seulement sur les bandes intercal. Pseudo-raphé étroit présent. Essentiellement benthiques, accidentellement héléoplanctoniques.	**adriaticum** Kütz. L. 25-150 μ, La. 7-10 μ. AC. accidentel dans plancton. (Pl. 16, fig. 1, A, C).
		g. STRIATELLA Agardh. Valves linéaires ou en lancettes, vues de profil tabulaires, avec un pseudo-raphé étroit. Parois peu silicifiées,	**interrupta** (Ehrb.). Heiberg. L. 15-60 μ La. 3-7 μ. AC dans plancton néritique, normalement benthi-

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		ponctuation en lignes ou fines stries transapicales sur toute la surface. Bandes intercal. nombreuses. Forment généralement des chaînes en zigzag ou en rubans. Benthiques, mais fréquentes dans le plancton.	que, sessile sur un pédoncule gélatineux. (Pl. 16, fig. 2, A, B). **unipunctata** (Lyngbye) Agardh. L. 35-125 µ, La. 8-10 µ. (Même mode de vie qu'*interrupta*).
	2. s/fam. LICMOPHORINAE Schütt. Fr. avec axe apical hétéropolaire, et par là cunéiformes sous les 2 aspects. Bandes intercal. et septum généralement nombreux. Benthiques, sessiles; rarement planctoniques, épiphytes.	g. Licmophora Agardh. Bandes intercal. et unique septum seulement dans la partie la plus large de la fr. Pseudo-raphé assez net. Presque toutes espèces sont benthiques sessiles, en colonies en éventail sur des pédoncules gélatineux.	**abbreviata** Ag. (= **lyngbyei** Kütz.), var. *pappeana* Gr. L. 20-100 µ, La. 4-8 µ. AC. dans le plancton, vivant en épiphyte sur divers Copépodes. (Pl. 16, fig. 3, A, B).
– Fr. en bâtonnets d'apparence linéaire sous les 2 aspects, rarement cunéiformes ou tabulaires, vues par la ceinture.	Fam. des *FRAGILARIEAE* Schütt. Fr. avec bandes intercal. rarement observées, sans ou avec septum très rudimentaires. s/fam. FRAGILARIINAE Schütt. Fr. aux extrémités semblables ou non, parois avec plis alternativement faibles et forts. Axe apical droit ou diversement tordu. Planctoniques, chaînes planes en rubans, en zigzag, en étoiles, fr. étant réunies par des coussinets de substance gélatineuse.	g. Thalassionema Grun. Fr. avec 2 extrémités semblables, vues de profil linéaires, les bords avec de nombreuses dents et courtes stries, le reste des valves sans ornement. Pas de bandes intercal. ni de septum. Chaînes en zigzag ou en étoiles.	**nitzschioïdes** Grunow. L. 10-110 µ, La. 2-3 µ, (semble être douteuse en Méd.). (Pl. 16, fig. 4, A, B).
		g. Thalassiothrix Cleve et Grunow. Extrémités des fr. dissemblables, plan valvaire presque linéaire ou lancettiforme. Axe apical soit droit, soit plus ou moins tordu. Bords des fr. généralement dentelés. Surface des valves ou avec des stries transversales courtes, ou sans ornement. apparente. Pas de bandes intercal. ni de septum. Fr. isolées ou formant des chaînes en étoiles, en zigzag, quelquefois réunies en faisceaux.	**frauenfeldii** Grunow. L. 80-200 µ, La 2-4 µ. CC, élément essentiel dominant du plancton surtout hivernal. (Pl. 16, fig. 5). **longissima** Cleve et Grunow. L. 1-2 mm., La. 2-4 µ. R., plancton d'hiver. **mediterranea** Pavillard. L. 650-850 µ, La. 1,5-2,5 µ. AR.
		g. Asterionella Hassal. Valves vues de profil linéaires avec renflement basal, parois avec stries délicates transa-	**japonica** Cleve. L. 50-100 µ. CC. dans le plancton néritique d'hiver. (Pl. 16, fig. 6).

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		picales. Pas de bandes intercal. ni de septum. Pseudoraphé étroit. Fr. en chaînes étoilées, spiralées ou en forme de peignes. Planctoniques.	**notata** Grunow. L. 50-105 μ. C. à la surface en hiver et en automne. (Pl. 16, fig. 7).
	Ordre des **RAPHIDIOIDEAE** Schütt. Sous-ordre des **Biraphideae** Schütt.		
8 Les 2 valves avec raphé non canaliculé, en simple fente.	Fam. des *NAVICULOIDEAE* Schütt. Fr. de formes très diverses, caractérisées par le raphé non canaliculé, mais constitué par simple fente s'ouvrant à l'extérieur, située le plus souvent dans le plan valvaire, rarement posé sur une carène, dépourvue de nodules.		
	s/fam. NAVICULEAE Schütt. Fr. généralement symétriques, de profil quadrangul., rarement avec axe transapical hétéropolaire. Valves elliptiques, lancettiformes ou linéaires, souvent tordues en S. Raphé dans le plan valvaire, faiblement caréné. Bandes intercal. et septum le plus souvent absents. Généralement isolées, vivant souvent dans enveloppes gélatineuses, ou sessiles pédonculées, plus rarement caténaires. Benthiques, souvent héléoplanctoniques.	g. NAVICULA Bory. Fr. isolées ou réunies en chaînes rubanées. Les 2 valves avec raphé et nodule central, pas de carène du raphé. Benthiques, littorales.	**membranacea** Cleve. L. 50-90 μ. AC. dans le plancton de printemps, où elle est accidentelle. (Pl. 16, fig. 8, A-C).
– Fr. avec raphé canaliculé sur 2 valves, pouvant être excentrique, mais situé toujours dans le plan valvaire.	Fam. des *NITZSCHIOIDEAE* Schütt. Fr. en forme de fuseaux, raphé caréné avec nodules carénaires, dépourvu de nodule central. Isolées ou formant des chaînes.	g. NITZSCHIA Hassal. Fr. linéaires isolées ou réunies en chaînes par adhérence d'une partie seulement de leurs extrémités effilées.	**seriata** Cleve. L. 100 μ, La. 6 μ. CC. au printemps, rare à la surface en été. (Pl. 16, fig. 9). **longissima** Ralfs. L. 50-85 μ, La. 3-4 μ. (planctonique par suspension). (Pl. 16, fig. 10). **delicatissima** Cleve, L. 40-85 μ, La. 1,5-2,5 μ. AC.

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		g. BACILLARIA Gmelin. Fr. en bâtonnets, aux extrémités effilées vues par les faces; de profil-rectangulaires. Fr., réunies en chaînes tabulaires en forme de jalousies par adhérence de leurs côtés longs, sont animées d'un glissement continuel, l'une contre l'autre, en avant et en arrière.	**paradoxa** Gmelin. L. 35-240 μ, La. 5-6 μ. CC. en hiver à la surface, se rencontrent également en profondeur. (Pl. 16, fig. 11, A-D).

Ouvrages à consulter

1906. GRAN, H. — Diatomeen. *Nordisches Plankton.* Lief. 19.

1930. HUSTEDT, F. — Die Kieselalgen Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz. *Rabenhorst's Kryptogamenflora,* Vol. 7.

1951. MARGALEF, R. — Ciclo annual del fitoplancton marino en la Costa. NE de la Peninsula Iberica. *Publ. Instit. Biol. Aplicada,* T. 9.

1950. MASSUTI, M. et MARGALEF, R. — Introduccion al Estudio del Plancton Marino. Barcelona (*C. S. de J. C.*, edit.).

1925. PAVILLARD, J. — Bacillariales. — *Rep. Dan. Oceanogr. Exped.* 1908-1910 *Mediterran. and adjacent Seas,* Vol. 11, J 4.

1937. PAVILLARD, J. — Les Péridiniens et Diatomées pélagiques de la Mer de Monaco, de 1907-1914. Observations générales et conclusions. — *Bull. Inst. Océanogr.* Monaco, Nº 738.

1942. RAMPI, L. — Ricerche sul fitoplancton del Mare Ligure. 6. Le Diatomee delle Acque di Sanremo. — *Nuovo Giorn. Bot. Ital.*, N. Ser., Vol. 49.

1949. RAMPI, L. — Ricerche sul fitoplancton delle Acque di Portofino (Mare Ligure). — *Atti Accad. Ligure di Sc. e Lettere,* Vol. 6, f. 1.

Explication des figures

Planche 3. DIATOMÉES. MORPHOLOGIE EXTERNE ET INTERNE.

Fig. 1. Coupe schématique de la frustule; fig. 2. Bandes intercalaires annulaires discontinues de *Lauderia annulata*, d'après Hustedt; fig. 3. Bandes intercalaires en écailles de *Rhizosolenia bergonii*, d'après Hustedt; fig. 4. Bandes intercalaires et septum de *Grammatophora*, d'après Müller (*in* Hustedt); fig. 5. Axes de symétrie de la frustule : A-vue par ceinture, B-vue par la valve; a-a, a^1-a^1-axes apicaux, p-p-axe pervalvaire, t-t-axe transapical; fig. 6. Plans de symétrie de frustules : ++++T-plan transapical, ———V-plan valvaire,... A-plan apical, d'après Hustedt; fig. 7. *Coscinodiscus asteromphalus :* ornementation de la frustule : A-surface avec poroïdes et pore du canal de bordure; B-aspect de la valve vue en profondeur avec orifices des chambres et pores des canaux de bordure; C-coupe perpendiculaire de la paroi, d'après Hustedt; fig. 8. *Pinnularia lata :* frustule avec raphé et ornementation pennée, d'après Hustedt; fig. 9. *Pinnularia viridis :* raphé, d'après Müller; fig. 10. *Pinnularia viridis :* union des canaux du raphé dans le nodule central, d'après Müller.

Planche 4. DIATOMÉES. MULTIPLICATION.

Fig. 1. *Pinnularia major :* corps plasmatique, d'après Lauterborn; fig. 2. *Chaetoceros subsecundus* (Gran); endospore, d'après Gran; fig. 3. *Biddulphia mobiliensis;* A-B : 2 stades d'auxosporulation, d'après Bergon (*in* Dangeard); fig. 4. *Rhopalodia gibba.* A-E : auxosporulation, d'après Klebahn (*in* Hustedt); fig. 5, A-C : *Biddulphia mobiliensis :* microsporulation, d'après Bergon; D-*Coscinodiscus oculus iridis*, microspore, d'après Pavillard; E-*Melosira varians :* zygote avec 4 flagellés, montrant l'ébauche des nouvelles valves, d'après Schmidt (*in* Dangeard).

Planche 5. DIATOMÉES. ÉPIPHYTISME.

Fig. 1. *Chaetoceros eibenii :* auxospore, d'après Pavillard; fig. 2. *Chaetoceros dadayi*, épiphyte sur *Tintinnus inquilinus*, d'après Pavillard; fig. 3. *Planctoniella sol*, épiphyte sur *Eutintinnus lusus undae*, d'après Rampi; fig. 4. *Licmophora abbreviata*, épiphyte sur *Corycaeus elongatus* ♀, d'après Giesbrecht; fig. 5. Flagellés inférieurs, épiphytes sur Diatomées : A- « *Bicoeca mediterranea* » sur *Nitzschia seriata*, B-C- « *Solenicola setigera* » sur *Dactyliosolen bergoni*, d'après Pavillard; fig. 6. *Coccolithus sessilis*, épiphyte sur *Coscinodiscus*, d'après Lecal; fig. 7. *Richelia intracellularis* à l'intérieur de *Rhizosolenia semispina*, d'après Pavillard; fig. 8. *Richelia intracellularis*, épiphyte sur *Chaetoceros costatus*, d'après Karsten (*in* Hustedt).

Planche 6. DIATOMÉES CENTRIQUES.

Fig. 1. *Melosira (Paralia) sulcata* (Ehrbg.) Kütz, d'après Smith (in Pavillard); fig. 2. *Stephanopyxis palmeriana* (Grev.) Grun. A-chaîne, d'après Hustedt; B-union de 2 frustules, d'après Pavillard; fig. 3. *Sceletonema costatum* (Grev.) Cleve. A- *in vivo*, B-squelette, d'après Hustedt; fig. 4. *Coscinosira polychorda* Gran, d'après Meunier (*in* Pavillard); fig. 5. *Thalassiosira nordenskioldi* Cleve : A-chaîne, B-frustule isolée, vue de profil, d'après Hustedt; fig. 6. *Thalassiosira decipiens* (Grun.) Jörgensen, d'après Meunier (*in* Pavillard); fig. 7. *Thalassiosira rotula* Meunier, d'après Meunier (*in* Pavillard); fig. 8. *Ethmodiscus gazellae* (Janisch) Hustedt, d'après Pavillard.

Planche 7. DIATOMÉES CENTRIQUES.

Fig. 1. *Coscinodiscus excentricus* Ehrbg., d'après Hustedt; fig. 2, A et B. *Coscinodiscus lineatus* Ehrbg., d'après Hustedt; fig. 3. *Coscinodiscus radiatus* Ehrbg., d'après Hustedt; fig. 4. *Coscinodiscus alborani* Pavillard : A-frustule de profil, d'après Pavillard, B-ornementation de surface, d'après Hustedt; fig. 5. *Coscinodiscus centralis* Ehrbg., d'après Hustedt; fig. 6. *Coscinodiscus perforatus* Ehrbg., d'après Hustedt; fig. 4. *Coscinodiscus alborani* Pavillard : A-frustule de profil, d'après Pavillard, B-ornementation de surface, d'après Hustedt; fig. 5. *Coscinodiscus centralis* Ehrbg., d'après Hustedt; fig. 6. *Coscinodiscus perforatus* Ehrbg., d'après Hustedt; fig. 7. *Coscinodiscus nodulifer* Schmidt, d'après Hustedt; fig. 8. *Coscinodiscus thori* Pav., d'après Pavillard; fig. 9. *Coscinodiscus curvatulus* Grunow : A-frustule de face, B-détail de l'ornementation, d'après Hustedt; fig. 10. *Planctoniella sol* (Wall.) Schütt, d'après Schmidt; fig. 11. *Actinoptychus undulatus* (Bail.) Ralfs, d'après Peragallo (*in* Pavillard); fig. 12. *Asterolampra marylandica*, var. *gigas* Ehrbg., d'après Peragallo (*in* Pavillard); fig. 13. *Asterolampra grevillei* (Wall.) Greville, d'après Peragallo; fig. 14. *Asteromphalus flabellatus* (Ereb.) Greville, d'après Schmidt; fig. 15. *Asteromphalus robustus* Castrac., d'après Schmidt (*in* Pavillard).

Planche 8. DIATOMÉES CENTRIQUES.

Fig. 1. *Asteromphalus arachne* (Breb.) Ralfs, d'après Schmidt (*in* Pavillard); fig. 2. *Gossleriella tropica* Schütt, d'après Schroeder (*in* Pavillard); fig. 3. *Actinocyclus ehrenbergi* Ralfs, d'après Peragallo (*in* Pavillard); fig. 4. *Corethron pelagicum* Bruce, d'après Pavillard; fig. 5. *Schroederella delicatula* (Perag.) Pavillard : A-chaîne, B-union de 2 cellules, d'après Hustedt; fig. 6. *Leptocylindrus danicus* Cleve, avec auxospore, d'après Gran; fig. 7. *Dactyliosolen mediterraneus* Perag., d'après Hustedt; fig. 8. *Lauderia borealis* Gran, d'après Gran; fig. 9. *Guinardia flaccida* (Perag.), d'après Peragallo (*in* Hustedt); fig. 10. *Guinardia blavyana* Perag., d'après Peragallo (*in* Pavillard); fig. 11. *Rhizosolenia fragilissima* Bergon, d'après Gran.

Planche 9. DIATOMÉES CENTRIQUES.

Fig. 1. A-*Rhizosolenia bergoni* Perag., B-mucron, d'après Hustedt; fig. 2. A-*Rhizosolenia firma* Karsten, B-mucron, d'après Pavillard; fig. 3. *Rhizosolenia stolterfothii* Perag. (*in* Pavillard); fig. 4. *Rhizosolenia delicatula* Perag., d'après Hustedt; fig. 5. *Rhizosolenia robusta* Norman, d'après Hustedt; fig. 6. *Rhizosolenia imbricata* Bright.; A-vue latérale, B-vue ventrale, d'après Hustedt; fig. 7. *Rh. imbricata* Br., var. *shrubsolei* (Cleve) Schroeder : A-vue latérale, B-vue ventrale, d'après Hustedt; fig. 8. *Rhizosolenia styliformis* Bright. : A-vue latérale, B-vue dorsale, C-vue ventrale, d'après Hustedt; fig. 9. *Rhizosolenia setigera* Brightw., vue ventrale, d'après Hustedt.

Planche 10. DIATOMÉES CENTRIQUES.

Fig. 1. A-B. *Rhizosolenia hebetata* (Bail.) Gran. A-vue dorsoventrale, V-vue latérale; C-D. *Rh. hebetata*, var. *semispina* (Hensen) Gran : C-vue ventrale, B-vue latérale, d'après Hustedt; fig. 2. *Rhizosolenia calcar avis* Schultze. A-vue dorsale, B-vue latérale, d'après Hustedt; fig. 3. A-B. *Rhizosolenia alata* Bright. A-vue dorsale, B-vue latérale, C-*Rh. alata, forma indica* (Perag.) Ostenfeld, montrant le polymorphisme des bandes intercalaires, d'après Hustedt; fig. 4. *Rhizosolenia temperei* Perag., d'après Peragallo; fig. 5. *Rhizosolenia acuminata* (Perag.), d'après Peragallo; fig. 6. *Rhizosolenia castracanei* Perag., d'après Peragallo.

Planche 11. DIATOMÉES CENTRIQUES.

Fig. 1. *Bacteriastrum delicatulum* Cleve, d'après Hustedt; fig. 2. *Bacteriastrum hyalinum* Lauder, d'après Hustedt; fig. 3. *Bacteriastrum elongatum* Cleve, d'après Hustedt; fig. 4. *Bacteriastrum biconicum* Pavill., d'après Pavillard; fig. 5. *Bacteriastrum mediterraneum* Pavill. : A, B, d'après Pavillard, C, d'après Hustedt; fig. 6. *Bacteriastrum elegans* Pavill., d'après Pavillard; fig. 7. *Bacteriastrum comosum* Pavill., d'après Pavillard; fig. 8. *Chaetoceros atlanticum* Cleve, d'après Hustedt.

Planche 12. DIATOMÉES CENTRIQUES.

Fig. 1. *Chaetoceros atlanticum* Cleve, var. *neapolitanum* (Schroeder) Hustedt, d'après Hustedt; fig. 2. *Chaetoceros densus* Cleve, d'après Hustedt; fig. 3. *Chaetoceros peruvianus* Bright., d'après Hustedt; fig. 4. *Chaetoceros eibenii* Grunow, d'après Meunier (*in* Hustedt); fig. 5. *Chaetoceros tetrastichon* Cleve, épiphyte sur *Tintinnus inquilinus*, d'après Pavillard; fig. 6. *Chaetoceros danicus* Cleve, d'après Hustedt; fig. 7. *Chaetoceros rostratus* Lauder, d'après Pavillard; fig. 8. *Chaetoceros convolutus* Castr., d'après Hustedt; fig. 9. *Chaetoceros saltans* Cleve, d'après Cleve; fig. 10. *Chaetoceros decipiens* Cleve, d'après Hustedt; fig. 11. *Chaetoceros lorenzianus* Grun., d'après Margalef.

Planche 13. DIATOMÉES CENTRIQUES.

Fig. 1. *Chaetoceros lauderi* Ralfs, d'après Meunier; fig. 2. *Chaetoceros compressus* Lauder, d'après Hustedt; fig. 3. *Chaetoceros didymus* Ehrbg., var. *anglica* (Grun.) Gran, d'après Hustedt; fig. 4. *Chaetoceros affinis* Lauder avec endospore, d'après Hustedt; fig. 5. *Chaetoceros costatus* Pavill., d'après Pavillard; fig. 6. *Chaetoceros laciniosus* Schütt avec jeunes endospores, d'après Hustedt; fig. 7. *Chaetoceros subsecundus* (Gran) Hustedt : A-chaîne, B-endospore, d'après Gran; fig. 8. *Chaetoceros seriacanthus* Gran. A-chaîne, B-endospore, d'après Meunier; fig. 9. *Chaetoceros diversus* Cleve. A-chaîne, B-partie d'une corne du milieu de la chaîne, d'après Hustedt.

Planche 14. DIATOMÉES CENTRIQUES.

Fig. 1. *Chaetoceros brevis* Schütt, d'après Schiller; fig. 2. *Chaetoceros messanensis* Castr., d'après Hustedt; fig. 3. *Chaetoceros wighami* Bright., d'après Hustedt; fig. 4. *Chaetoceros crinitus* Schütt, d'après Pavillard; fig. 5. *Chaetoceros curvisetus* Cleve, d'après Hustedt; fig. 6. *Chaetoceros pseudocurvisetus* Mangin, d'après Hustedt; fig. 7. *Chaetoceros anastomosans* Grun., d'après Schussing; fig. 8. *Chaetoceros tortissimus* Gran, d'après Gran.

Planche 15. DIATOMÉES CENTRIQUES.

Fig. 1. *Eucampia zodiacus* Ehrenb., d'après Smith; fig. 2. *Ditylum brightwillei* (West.) Grunow. A-, d'après Meunier; B-valve; C-valve de la var. *tetragona* Grun., d'après Hustedt; fig. 3. *Lithodesmium undulatum* Ehrbg. A-chaîne, B-valve, d'après Hustedt; fig. 4. *Triceratium shadboltianum* Grev.; A-*forma elongata* Grun., B-aspect valvaire du type, d'après Hustedt; fig. 5. *Triceratium alternans* Bail. : A-chaîne, B-aspect valvaire, d'après Hustedt; fig. 6. *Biddulphia mobiliensis* Bail., d'après Hustedt; fig. 7. *Biddulphia pulchella* Gray : A-frustule vue par la ceinture, B-aspect valvaire, d'après Smith; fig. 8. *Biddulphia regia* (Schultze) Ostenfeld, d'après Hustedt; fig. 9. *Cerataulina bergoni* Perag., d'après Peragallo; fig. 10. *Hemiaulus heurckii* Grun., d'après Pavillard; fig. 11. *Hemiaulus sinensis* Grev. : A-d'après Hustedt, B-d'après Peragallo (*in* Pavillard); fig. 12. *Hemidiscus (Euodia) cuneiformis* Wall., *forma orbicularis* (Castr.) Hustedt, d'après Hustedt.

Planche 16. DIATOMÉES PENNÉES.

Fig. 1. *Rhabdonema adriaticum* Kütz.; A-frustule, d'après Peragallo, B-valve, C-bandes intercalaires, d'après Karsten; fig. 2. *Striatella interrupta* (Ehrbg.) Heiberg. A-frustule, B-valve, d'après Hustedt; fig. 3. *Licmophora abbreviata* Agardh. A-Colonie, d'après Karsten, B-valve avec septum et pseudoraphé, d'après Hustedt; fig. 4. *Thalassionema nitzschioides* Grun.; A-chaîne, B-frustule vue par la ceinture, d'après Hustedt; fig. 5. *Thalassiothrix frauenfeldi* Grun., d'après Pavillard; fig. 6. *Asterionella japonica* Cleve, d'après Hustedt; fig. 7. *Asterionella notata* Grun., d'après Pavillard; fig. 8. *Navicula membranacea* Cleve. A-chaîne *in vivo*, B-frustule vue par la ceinture, C-aspect valvaire, d'après Meunier; fig. 9. *Nitzschia seriata* Cleve, chaîne, d'après Gran; fig. 10. *Nitzschia longissima* Ralfs, d'après Peragallo; fig. 11. *Bacillaria paradoxa* Gmelin. A-chaîne en mouvement, B-chaîne en forme de jalousie, C-aspect valvaire, D-frustule vue par la ceinture, d'après Smith.

CHAPITRE VII

COCCOLITHOPHORIDAE

par

G. TRÉGOUBOFF

CARACTÈRES GÉNÉRAUX

Les Coccolithophorides sont de très petits Flagellés de 4 à 50 μ environ, apparentés aux Chrysomonadines, desquels ils se distinguent par leur squelette constitué par des éléments calcaires et par la formation de kystes exogènes calcaires et non siliceux. Très abondants dans les mers chaudes et tempérées (quelques espèces seulement vivent dans les eaux saumâtres et douces), ils constituent la part la plus importante du nanoplancton.

Leurs éléments squelettiques isolés, fossiles, ont été décrits, pour la première fois, par EHRENBERG (1836) sous le nom de morpholithes ou de coccolithes, et les coques entières, les coccosphères, ont été trouvées ensuite par HUXLEY et WALLICH (1860) dans les vases marines modernes. La nature végétale de ces petits Flagellés calcaires a été reconnue par Mme WEBER-BOSSE (1900), et c'est LOHMANN (1902) qui avait donné les premières descriptions exactes de quelques espèces et avait fait ressortir leur importance dans le peuplement marin.

Les Coccolithophorides méditerranéens actuels ont été étudiés ensuite par SCHILLER, ERCEGOVIC et KAMPTNER dans la mer Adriatique et par BERNARD et Mme LECAL-SCHALAUDER dans la Méditerranée Occidentale, à Monaco, Banyuls et surtout à Alger.

On doit reconnaître néanmoins que malgré les travaux de tous ces auteurs de nombreux points de la biologie des Coccolithophorides restent encore obscurs et que même leur systématique est actuellement en refonte totale, comme le témoigne l'essai récent de DEFLANDRE dans le Traité de Zoologie de GRASSÉ (1952).

MORPHOLOGIE EXTERNE

SQUELETTE. — La forme des Coccolithophorides est très variable : sphéroïdale, ovoïde, piriforme ou allongée fusiforme. Leur corps plasmatique, limité à la périphérie par une membrane plus ou moins nette, est entouré généralement d'une couche mucilagineuse, épaisse de 2 à 10 μ, à la surface ou dans l'épaisseur de laquelle sont logés les coccolithes de forme diverse, caractéristiques pour chaque espèce. Le plus souvent indépendants et simplement adjacents ou chevauchant les uns les autres par leurs bords, ils forment ainsi une coque périphérique discontinue; plus rarement ils peuvent se

souder en une enveloppe continue. D'après leur forme, on distingue parmi les coccolithes :

1. les discolithes, les plus primitifs, ayant l'aspect d'une soucoupe arrondie ou elliptique, plus ou moins creuse, souvent diversement ornée, dont le fond, qui peut être bombé et parfois perforé comme une passoire, est appliqué contre le corps, l'ouverture tournée vers l'extérieur (Pl. 17, f. 1);

2. les calyptrolithes, de même forme fondamentale que les discolithes, mais disposés inversement par rapport à la surface du corps, leur fond étant tourné vers l'extérieur (Pl. 17, f. 2);

3. les lopadolithes, en forme de tonnelet, dérivent soit des discolithes et ont l'ouverture dirigée vers l'extérieur, soit des calyptrolithes et sont appliqués par leurs ouvertures contre la périphérie du corps (Pl. 17, fig. 3);

4. les trémalithes, appelés également placolithes, ressemblent aux boutons de manchettes et sont constitués par 2 disques ou plaquettes, perforés au centre par un orifice et reliés par un court cylindre, creux ou plein (Pl. 17, fig. 4);

5. les rhabdolithes, formés par une seule plaquette, surmontée perpendiculairement par un cylindre creux, parfois plein, souvent évasé à son extrémité distale en trompette avec les bords infléchis parfois vers le bas (Pl. 17, fig. 5 A-B);

6. les zygolithes, dérivant soit des discolithes sans fond, soit des trémalithes, surmontés d'une ou plusieurs anses diversement disposées, ayant l'aspect d'un étrier (Pl. 17, fig. 6); les anses peuvent être munies d'expansions foliacées dirigées vers le haut, et les zygolithes sont dits dans ce cas pétalés (Pl. 17, fig. 7);

7. les coccolithes en plaquettes losangiques, agencés en rubans obliques (Pl. 17, fig. 18);

8. les pentalithes en forme de plaques pentagonales, dont la surface est partagée par des gouttières en 5 plaques quadrangulaires (Pl. 17, fig. 8);

9. les porolithes, ayant l'aspect de prismes polygonaux avec perforations axiales, soudés en une coque continue, connus principalement par des coques vides des sédiments marins actuels ou des espèces fossiles.

Les coques peuvent être constituées par des coccolithes soit d'une seule catégorie (Pl. 17, fig. 10, 15), soit de catégories différentes. Très souvent le corps des Coccolithophorides présente au pôle antérieur, par lequel sortent les flagellés, une sorte de plage unie, appelée bouche, circonscrite par un anneau hyalin, entourée souvent de rangées de coccolithes d'une forme différente de ceux du reste du corps (Pl. 17, fig. 11), munis généralement de divers ornements en forme de spicules, de bâtonnets, d'expansions foliacées, interprétés comme destinés à faciliter la flottaison (Pl. 17, fig. 18).

STRUCTURE INTERNE

Corps cytoplasmique et ses inclusions. — Dans la partie antérieure du corps est logé le noyau volumineux avec un caryosome central et des granulations chromatiques périphériques. Sa division semble se faire, d'après Lecal-Schlauder, sur un mode particulier, à l'intérieur de la membrane nucléaire et sans formation du fuseau. A la base des flagelles existent 2 blépharoplastes, reliés par des rhizoplastes aux blépharoplastes primitifs (granulations centrosomiennes de Lecal), accolés à la membrane nucléaire (Pl. 17, fig. 9). Les 2 flagelles, difficiles à déceler à cause de leur labilité, la raison pour laquelle ils n'ont pas été signalés encore chez de nombreuses espèces, sont généralement longs et semblables (Pl. 17, fig. 17); d'après les observations de

Chadefaud et Feldmann et de Lecal-Schlauder, ils sont hétérodynames, l'un restant droit et l'autre contourné pendant la progression (Pl. 17, fig. 12). 2 chromoplastes de couleur brune ou jaune-verdâtre, volumineux et en forme de haricots, de calottes ou de croissants, sont situés latéralement, et rendent l'espace vacuolaire très réduit, sans vacuoles pulsatiles. L'existence des pyrénoïdes, un par chromoplaste, soupçonnée par Lohmann, semble devoir être confirmée. Tout le corps cytoplasmique, et même la coque, peuvent être colorés d'une manière intense par des pigments, généralement de couleur brune-rouge, mais pouvant présenter toute une gamme de teintes, allant de jaune-clair au brun-noir, de nature mélanique, d'après les analyses de Lecal-Schlauder.

Les réserves de matières nutritives sont représentées par des gouttelettes d'huile, par des granulations pigmentées et par des sphérules de leucosine.

L'étude cytologique des Coccolithophorides, encore bien incomplète, présente de grandes difficultés, dues principalement à leurs dimensions exiguës, à l'opacité du corps cytoplasmique par suite de la présence d'une coque calcaire, de la couche mucilagineuse périphérique, de la forte pigmentation et à leur extrême fragilité, ne permettant pas souvent les fixations usuelles.

MULTIPLICATION

Le cycle évolutif des Coccolithophorides n'est pas entièrement élucidé, et on ignore actuellement s'il existe chez eux la reproduction sexuée. On a plus de renseignements sur leur multiplication végétative, qui peut se faire par des divisions végétatives, par la sporulation et par la formation de kystes et des associations palmelloïdes.

La division binaire est normalement longitudinale, avec le dédoublement des chromoplastes, sans perte des flagelles, chaque produit de la division emportant une partie des coccolithes et sécrétant ensuite ceux qui lui manquent. Toutefois, d'après Lecal-Schlauder, pourrait avoir lieu, dans quelques cas, la division transversale inégale.

La sporulation, signalée chez de nombreuses espèces, a été décrite d'une manière insuffisante et on ignore, le plus souvent, le sort des spores.

D'après les recherches de Bernard (1948), la multiplication des Coccolithophorides serait en liaison étroite avec le milieu dans lequel ils vivent. Ainsi, chez *Coccolithus fragilis*, l'espèce la plus commune du plancton superficiel méditerranéen, il existerait dans son cycle évolutif 7 stades, morphologiquement différents. En voisinage des côtes il n'y a pas de formation de kystes, mais a lieu la production d'un petit nombre (8) de spores, qui s'agglomèrent, perdent leurs flagelles, s'entourent d'une couche mucilagineuse, se multiplient activement, et constituent des amas palmelloïdes pouvant atteindre jusqu'à 2 mm de long, visibles à l'œil nu. Par contre, au large, dans le milieu nutritif plus pauvre, a lieu la formation de kystes exogènes calcifiés et la production de 4 à 64 spores à coques non calcifiées. Le cycle évolutif des Coccolithophorides, formulé par Bernard, s'il est hypothétique en partie et ne s'applique qu'aux formes de surface, établit néanmoins, avec certitude, la notion du polymorphisme des Coccolithophorides en rapport étroit avec les caractères du milieu ambiant.

BIOLOGIE

Écologie. — Les Coccolithophorides sont extrêmement abondants dans les mers tropicales et subtropicales et moins nombreux dans les mers froides, sauf au moment

des poussées exceptionnelles qui se produisent à certaines époques favorables de l'année. Leur nombre, qui peut varier de 10.000 à 30 millions dans 1 litre d'eau, est, en moyenne, de quelques centaines de mille, soit près d'1 mlgr. par litre. Dans la Méditerranée ils représentent, suivant les saisons et les localités, de 30% à 98% du total des Protistes qu'elle contient, d'où le nom de la Mer à Flagellés qu'on lui donne quelquefois.

Au point de vue saisonnier, les Coccolithophorides abondent surtout en hiver et au printemps, certains parmi eux, tels *Coccolithus fragilis*, sont toutefois pérennants. Ils font partie généralement du plancton oligotrophe et habitent les « eaux bleues », de 0 à 100 m, pauvres en nourriture, mais riches en oxygène, et peuvent provoquer à ce niveau l'opacité de la mer, leurs chromoplastes de couleur rouge-brun, retenant électivement les radiations bleues. Toutefois la distribution verticale des Coccolithophorides est bien plus vaste; dans la Méditerranée on les a rencontrés jusqu'à 1000 m, limite des pêches effectuées, et dans l'Atlantique jusqu'à 4000 m. Les spécialistes ont pu distinguer parmi les Coccolithophorides 5 catégories biologiques d'après les profondeurs auxquelles ils vivent.

Nutrition. — La grande majorité des Coccolithophorides, habitant la zone éclairée où ils peuvent réaliser la photosynthèse, sont autotrophes. Il est probable que ceux des zones plus profondes peuvent absorber encore, grâce à leurs pigments, les rayons les plus pénétrants de la lumière; mais il semble qu'ils deviennent en même temps hétérotrophes et plus spécialement saprophytes, puisque Bernard avait observé, à ce niveau, de jeunes colonies palmelloïdes des Coccolithophorides fixées sur des Copépodes en décomposition ou sur des débris de nature végétale, envahis par les Bactéries.

Épiphytisme. — Plusieurs cas de l'épiphytisme des Coccolithophorides sur les Diatomées, et en particulier sur des *Coscinodiscus*, ont été relatés. Lohmann avait signalé, sous le nom de *Pontosphaera sessilis*, un Coccolithophoride épiphyte sur le *Coscinodiscus*, observé par lui près des Côtes du Brésil. Lecal-Schlauder a décrit un Coccolithophoride, nommé par elle *Coccolithus sessilis*, peut-être identique à celui de Lohmann, vivant en épiphyte sur un *Coscinodiscus* des Côtes algéroises (Pl. 5, fig. 6), et a mentionné l'existence, toujours sur des *Coscinodiscus*, d'un autre épiphyte, appartenant au genre *Syracosphaera*, en provenance des Côtes marocaines.

Rôle des Coccolithophorides dans l'économie de la mer. — Par suite de leur extrême abondance dans la mer, les Coccolithophorides présentent une grande importance au point de vue alimentaire pour les divers planctontes hétérotrophes et holozoïques. Ainsi, les Tintinnides en font une grande consommation et utilisent leurs coccolithes, principalement ceux des Syracosphaerides, pour la consolidation de leurs lorica. Les Diatomées peuvent attaquer également les Coccolithophorides brisés ou en mauvais état. Ils sont ingérés par des Copépodes et surtout par les Tuniciers pélagiques, tels que les Appendiculaires et les Salpes. D'après les évaluations récentes de Lecal-Schlauder (1951), le contenu cloacal et stomacal des Salpes est constitué pour les 2/3 par des coques des Coccolithophorides et le 1/3 restant par les Diatomées, les Dinoflagellés et les Radiolaires.

Les Coccolithophorides jouent, en outre, un rôle très important dans la sédimentation des mers actuelles. Un grand nombre de leurs coques tombe au fond, et on estime que dans la Méditerranée, à partir de 50 m de profondeur, 90% des vases molles sont constituées par des coques des Coccolithophorides, plus ou moins décomposées.

CLASSIFICATION

La systématique des Coccolithophorides est difficile à établir actuellement à cause de la discrimination spécifique insuffisante de nombreuses formes, due soit au manque de renseignements sur leur cycle évolutif, pouvant présenter un polymorphisme, semblable à celui établi par Bernard pour *Coccolithus fragilis*, soit par suite des difficultés d'observation et d'étude de ces Flagellés extrêmement fragiles. Jusqu'à ce dernier temps était admise la classification de Kamptner (1941), qui était basée sur la forme des coques, la présence ou l'absence de la bouche, sur la conformation des coccolithes, et qui s'appliquait surtout aux formes végétatives adultes. Depuis quelques années Deflandre (1947), Kamptner (1950), Lecal-Schlauder (1951) ont poussé plus loin l'étude des coccolithes, si importants au point de vue systématique, et ont utilisé dans ce but la lumière polarisée. On a pu ainsi se rendre compte que, par leur structure, pour ainsi dire submicroscopique, les coccolithes pouvaient être divisés en 2 groupes : les Héliolithes, chez lesquels la disposition des particules élémentaires est d'apparence sphérolithique, c'est-à-dire radiale, donnant en lumière polarisée entre les nicols croisés une croix noire à branches droites ou courbées; et les Ortholithes, à structure d'apparence cristalline, les particules calcaires étant parallèles et dirigés tantôt perpendiculairement, tantôt parallèlement à la surface principale des éléments, cette structure se révélant, dans la lumière polarisée, par l'alternance des zones claires et sombres.

C'est en se basant sur ces données récentes que Deflandre (1952) a proposé la classification nouvelle des Coccolithophorides, en attribuant la valeur des ordres aux termes des *Heliolithae* et des *Ortholithae*. Le premier ordre, qui englobe le plus grand nombre de formes décrites, a été divisé par lui en 2 familles seulement, celles des Syracosphaeridae et des Coccolithidae, comprenant toutefois un certain nombre de sous-familles. Quant au deuxième, constitué par 3 familles : les Calciosolenidae, les Braarudosphaeridae et les Thoracosphaeridae, il n'a que très peu de représentants actuels dans le plancton méditerranéen.

L'étude des Coccolithophorides, essentiellement nanoplanctoniques, exige l'emploi de méthodes de pêche et d'observations particulières, et, en principe, est réservée aux spécialistes. Dans le tableau systématique ci-dessous ne seront données que les courtes diagnoses des familles et des genres, dont les espèces, une douzaine tout au plus, jouent un rôle essentiel dans le plancton de la Méditerranée Occidentale, et qu'on peut observer, sinon vivantes, du moins sous forme de coques vides dans le contenu stomacal des Salpes et des Appendiculaires. Pour les déterminations plus complètes on se reportera aux travaux marqués d'un astérisque (*) de l'index bibliographique sommaire.

Les abréviations suivantes sont utilisées dans le tableau systématique : L-la longueur de la coque ou son diamètre; C-commun; CC-très commun; AC-assez commun.

Caractères généraux des ordres et des familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes les plus communes
I. Ordre des **HELIOLITHAE** Defl. Cellules végétatives avec coccolithes à microstructure d'apparence sphaerolithique.			
1 Bouche absente ou présente. Dimorphisme éventuel des coccolithes qui sont des discolithes ou leurs dérivés - lopadolithes, calyptrolithes, ou des zygolithes, simples ou pétalés, munis de bâtonnets ou d'épines. Pas de double plaquette ni de tube à perforation axiale.	Fam. des *SYRACOSPHAERIDAE* Lohmann. 7 sous-familles :		
	s/fam. PONTOSPHAERINAE (Kamptner). Pas de bouche; dimorphisme éventuel des coccolithes, qui sont discolithes ou lopadolithes.	g. PONTOSPHAERA Lohmann. Discolithes à bords relevés et à fond plat ou bombé, parfois perforé, espacés ou contigus, mais ne se recouvrant pas.	**huxleyi** Lohm. L. 5-10 μ. Discolithes en assiettes, rebords avec fines dentelures. C. en hiver, cosmopolite. (Pl. 17, fig. 9).
	s/fam. CALYPTROSPHAERINAE Kamptner. Bouche présente ou absente. Calyptrolithes bas ou élevés, ovoïdes ou campanulés.	g. CALYPTROSPHAERA Lohm. Bouche présente. Calyptrolithes en forme de bonnets, de ventouses, pas de dimorphisme très prononcé.	**globosa** Lohm. L. 7-22,5 μ. Coque sphérique, calyptrolithes en ventouses, bouche petite. AC. en été, automne, de 0 à 100 m. (Pl. 17, fig. 10).
	s/fam. SYRACOSPHAERINAE Kamptner. Bouche présente. Discolithes simples ou ornementés; dimorphisme éventuel.	g. SYRACOSPHAERA Lohm. Dimorphisme des discolithes, les péribuccaux avec un bâtonnet central.	**pulchra** Lohm. L. 9-20 μ. Discolithes grands, en assiettes, bâtonnets 2 fois plus hauts que les bords. Pigmentation pâle. C. de 100 à 300 m. (Pl. 17, fig. 11). **mediterranea** Lohm. L. 13-16 μ. Bâtonnets des discolithes, en assiettes, très courts, parfois simple bosse au fond, souvent divisée en 2. (Pl. 17, fig. 12).
	s/fam. ZYGOSPHAERINAE Kamptner. Bouche présente. Coccolithes en forme de zygolithes soit sur toute la surface du corps, soit seulement autour de la plage buccale.	g. HOMOZYGOSPHAERA Defl. (= CORISPHAERA *auct.*). Pas de dimorphisme, zygolithes tous semblables.	**fagei** Bernard. L. 15-80 μ. Coque ellipsoïdale; zygolithes non contigus, leurs anses sont longitudinales. Très pigmenté en brun-orangé. C. en hiver et au prin-

Caractères généraux des ordres et des familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes les plus communes
			temps, entre 50 et 500 m. (Pl. 17, fig. 13).
			perennis Lec.-Sch. L. 4-6 µ. Coque sphéroïdale, zygolithes non contigus, leurs anses sont transversales. Plastes jaune clair. CC. à Alger de 0 à 300 m. (Pl. 17, fig. 14).
2 Bouche présente ou absente. Coccolithes dérivés des trémalithes, avec perforation axiale (éventuellement inexistante); soit 2 plaquettes réunies par 1 tube (placolithes), soit 1 seule, surmontée d'un tube allongé (rhabdolithes).	Fam. des *COCCOLITHIDAE* (Lohmann). 2 sous-familles.		
	s/fam. COCCOLITHINAE Kamptner. Coques constituées par des placolithes.	g. Coccolithus Schwarz. Bouche présente ou absente. Placolithes tous semblables, plaque interne plus petite que l'externe.	**fragilis** Lohmann. L. 15-40 µ. Très polymorphe (cycle de Bernard). Plaquettes rondes, unies, pore axial petit, tube à section circulaire. Placolithes contigus, parfois soudés. Pigmentation forte, variable. CC, pérennant et dominant, à tous niveaux. (Pl. 17, fig. 15).
			leptoporus Lohm. L. 14-26 µ. Coque sphéroïdale. Plaquettes striées, interne moitié plus petite que l'externe; pore apical encadré d'un cercle. C., pélagique en haute mer.
	s/fam. RHABDOLITHINAE Kamptner. Coques constituées par des rhabdolithes.	g. Rhabdosphaera Haeck. Rhabdolithes à perforation normale, plaquette basale circulaire, tube cylindrique, non évasé à l'extrémité distale.	**stylifer** Lohmann. L. totale 16-19,5 µ. Tube avec léger renflement à l'extrémité distale. Pigmentation jaune verdâtre. C. été-automne, de 50 à 500 m. (Pl. 17, fig. 16).
		g. Discosphaera Haeck. Rhabdolithes toujours perforés. Tubes évasés en trompette aux extrémités distales.	**tubifer** Lohmann. L. totale de 11-20 µ. Coque subsphérique, 2 plastes jaune vert pâle. AC., pérennant,

Caractères généraux des ordres et des familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes les plus communes
			de 0 à 500 m. (Pl. 17, fig. 17).
II. Ordre des **ORTHOLITHAE** Defl. Éléments de la coque à microstructure d'apparence cristalline.			
1 Coque fusiforme, constituée par 2 rubans obliques entrecroisés, composés de coccolithes en forme de plaquettes losangiques à surface incurvée.	Fam. des *CALCIOSOLENIDAE* Kamptner.	g. Calciosolenia Gran. Aiguillons simples, non articulés, à 1 ou aux 2 pôles de la coque.	**sinuosa** Lec. - Sch. L. 25-30 μ. Coque avec 4 épines courbées à chaque pôle. AC. à partir de 50 m. (Pl. 16, fig. 18).

Ouvrages à consulter

1942. Bernard, F. — Essai sur les facteurs de répartition des Flagellés calcaires. — *Ann. Inst. Océanogr.*, T. 21.

1948. Bernard, F. — Recherches sur le cycle du *Coccolithus fragilis* Lohm., Flagellé dominant des Mers Chaudes. — *Journ. Conseil Intern. Explor. mer.* Vol. 15.

1952. Deflandre, G. — Classe des Coccolithophorides. — *Traité de Zoologie* de Grassé. T. 1, f. 1.

1941. Kamptner, E. — Die Coccolithineen der Südwestküste von Istrien. *Ann. Naturhist. Mus. Wien*, Bd. 51.

1951. Lecal-Schlauder, J. — Recherches morphologiques et biologiques sur les Coccolithophorides Nord-Africains. — *Ann. Inst. Océanogr.*, T. 26, f. 3.

1930. Schiller, J. — *Coccolithineae.* — *Rabenhorst's Kryptogamenflora*, T. 10.

Explication des figures

Planche 17. COCCOLITHOPHORIDES.

Fig. 1. Discolithe de *Pontosphaera syracusana* Lohm., d'après Lecal; fig. 2. Calyptrolithe d'*Acanthoica cucullata* Lec., d'après Lecal; fig. 3. Lopadolithe de *Lohmannosphaera tholica* Lec., d'après Lecal; fig. 4. Placolithe de *Coccolithus leptoporus* Lohm., d'après Kamptner; fig. 5. A-Rhabdolithe de *Discosphaera tubifer* Lohm., d'après Kamptner; B-rhabdolithe de *Rhabdosphaera stylifer* Lohm., d'après Kamptner; fig. 6. Zygolithe de *Homozygosphaera (Corisphaera) fagei* Bern., d'après Bernard; fig. 7. Zygolithe pétalé de *Periphyllophora mirabilis* Schill., d'après Schiller; fig. 8. Pentalithe de *Braarudosphaera bigelowi* Defl., d'après Deflandre; fig. 9. *Pontosphaera huxleyi* Lohm., d'après Lecal; fig. 10. *Calyptrosphaera globosa* Lohm.; A-entier; B-C-calyptrolithes isolés en vue optique (B) et en coupe (C), fig. origin. de Lecal-Schl.; fig. 11. *Syracosphaera pulchra* Lohm., d'après Lecal; fig. 12. *Syracosphaera mediterranea* Lohm., d'après Lecal; fig. 13. *Homozygosphaera (Corisphaera) fagei* Bern., d'après Bernard; fig. 14. *Homozygosphaera perennis* Lec., d'après Lecal; fig. 15. *Coccolithus fragilis* Lohm., d'après Lecal; fig. 16. *Rhabdosphaera stylifer* Lohm., d'après Kamptner; fig. 17. *Discosphaera tubifer* Lohm., d'après Lecal; fig. 18. *Calciosolenia sinuosa* Lecal-Schl., d'après Lecal.

CHAPITRE VIII

SILICOFLAGELLIDAE

par

G. TRÉGOUBOFF

CARACTÈRES GÉNÉRAUX

Les Silicoflagellés, caractérisés par l'existence chez eux d'un squelette siliceux, constituent un petit groupe, nettement délimité, des Flagellés et sont nanoplanctoniques, leurs dimensions oscillant entre 10 et 50 μ.

Leurs squelettes, trouvés à l'état fossile dans la craie, ont été décrits, pour la première fois, par EHRENBERG (1838), qui les avait classés dans les Polygastriques. Considérés ensuite comme des Diatomées par KUTZING, comme des Radiolaires par MÜLLER et HAECKEL, comme de simples éléments isolés de squelettes discontinus des Radiolaires Phaeodariés par R. HERTWIG, leur nature flagellaire a été démontrée par BORGERT (1891), qui avait reconnu chez eux l'existence d'un flagelle, et leur avait donné leur nom actuel.

A la suite des travaux relativement récents de GEMEINHARDT (1930-1931), de HOVASSE (1932) et de MARSHALL (1934), les Silicoflagellés se sont révélés comme étant des Phytoflagellés unicellulaires autotrophes, apparentés aux Chrysomonadines, ayant un squelette siliceux continu, possédant des chromoplastes, pourvus d'un seul flagelle et pouvant former des pseudopodes.

MORPHOLOGIE EXTERNE

SQUELETTE. — Le squelette des Silicoflagellés actuels est constitué par des tubes remplis, semble-t-il, d'eau de mer et non de cytoplasme, agencés en 2 parties : basale et apicale. La première, appelée anneau basal, est polygonale avec 4-9 côtés, dont les angles se prolongent en cornes, dites radiales, tandis que les côtés sont ornés chacun d'une petite épine de soutien (Pl. 18, fig. 1 A). L'anneau basal est surmonté sur l'une de ses faces par un dôme ou une coupole fenestrée, représentant l'appareil apical, lequel, dans le cas de l'anneau basal quadrangulaire, est constitué par 2 tubes ou baguettes arquées en forme d'anses, reliés par un tube orné, parfois, d'une épine axiale, dont l'ensemble a l'aspect d'un pont en H et présente, vu par le haut, 4 fenêtres basales (Pl. 18, fig. 1 A). Quand l'anneau basal a de 5 à 9 côtés avec, respectivement, autant de cornes radiales et d'épines de soutien que d'angles et de côtés, l'appareil apical devient annulaire polygonal, semblable à l'anneau basal, mais de dimensions plus réduites et parfois différemment fenestré, relié à ce dernier par des baguettes arquées, partant de ses angles et soudées au milieu des côtés de l'anneau basal (Pl. 18, fig. 5, 9).

L'anneau apical peut être orné en outre d'épines secondaires, dites surnuméraires, situées souvent dans le plan axial de la coupole. D'après DEFLANDRE, la partie superficielle des éléments squelettiques des Silicoflagellés présenterait une ornementation réticulée, constituée par de petits boutons, reliés par de fines côtes (Pl. 18, fig. 1 B), dont la disposition varierait suivant les espèces.

Les squelettes des Silicoflagellés sont sujets à de grandes variations. HOVASSE et FRENGUELLI ont montré qu'on peut rencontrer dans le plancton des dizaines de variétés, appartenant à la même espèce, les variations portant soit sur la forme de l'anneau basal et le nombre de ses cornes et de ses épines, soit sur celle de l'appareil apical, qui peut être réduit et parfois même absent.

A certaines saisons de l'année, et notamment en automne, on trouve des Silicoflagellés avec un squelette double. STOR (1880), et ensuite HAECKEL, les avaient considérés comme les stades normaux des formes nouvelles, pour lesquelles ils avaient créé le genre particulier de *Distephanus*. BORGERT et SCHULZ les avaient interprétés comme résultant de la copulation de 2 individus. C'est HOVASSE (1932) qui a montré qu'il s'agissait, en réalité, des stades de la prédivision et que le deuxième squelette, squelette-fils, était sécrété à l'intérieur du Silicoflagellé antérieurement au clivage cytoplasmique. La sécrétion du nouveau squelette, qui se fait en un ou deux temps, commence par celle de l'anneau basal, qui apparaît généralement comme une réplique énantiomorphe de l'anneau paternel (Pl. 18, fig. 10); l'appareil apical se forme en second lieu et peut être souvent différent de celui du père (Pl. 18, fig. 11). HOVASSE a constaté toutefois que par suite soit du déboublement, soit de l'absence d'un pseudopode, auxquels semble être révolu le rôle de premier plan dans la sécrétion squelettique, même l'anneau basal néoformé est sujet à des modifications, ce qui expliquerait, d'après lui, les variations squelettiques si nombreuses et fréquentes chez les Silicoflagellés.

STRUCTURE INTERNE

CORPS CYTOPLASMIQUE ET SES INCLUSIONS. — La cytologie des Silicoflagellés n'est pas encore complètement élucidée. En plus des observations anciennes de BORGERT, on ne possède que les travaux de HOVASSE (1932) et de MARSHALL (1934), qui se contredisent sur plusieurs points importants. Le corps cytoplasmique d'un Silicoflagellé serait logé, normalement, à l'intérieur du squelette, lequel est ainsi typiquement externe. Mais d'après MARSHALL, le corps ne serait pas entouré d'une membrane métaplasmique et il existerait à sa périphérie une couche de cytoplasme hyalin, l'exoplasme, qui déborderait ainsi le squelette et formerait les pseudopodes, le flagelle étant présent en même temps que ces derniers (Pl. 18, fig. 7). D'après HOVASSE, les Silicoflagellés présenteraient, au contraire, 2 stades distincts : l'un pseudopodial, caractérisé par l'absence du flagelle et par la présence des pseudopodes seuls, qui n'apparaîtraient qu'au moment de la formation du nouveau squelette et qui ne semblent pas être utilisés dans un autre but; l'autre flagellé, la présence du flagelle excluant la possibilité de la formation des pseudopodes. Le flagelle, très long, sort à l'extérieur le long d'une corne radiale, considérée comme apicale, se montre rigide dans sa partie proximale et mobile à son extrémité libre, et c'est par des battements de cette dernière que se fait la progression du Flagellé.

Le cytoplasme contient de nombreux petits chromoplastes de couleur brun-jaunâtre ou verdâtre, ainsi qu'une quantité de granulations, dont certaines semblent être de la leucosine.

Le noyau unique, invisible *in vivo*, apparaît, après la coloration, comme un protocaryon avec un nucléole et les grains chromatiques périphériques. La cinétide du flagelle, la division nucléaire et le clivage du corps cytoplasmique au cours de la division binaire, qu'on croit être le seul moyen de la multiplication des Silicoflagellés, n'ont pas été ni mis en évidence, ni observés en détail. Quant aux individus « plurinucléés », signalés par Borgert et interprétés par lui comme des stades de la sporulation, ils semblent résulter, en réalité, de la présence de parasites de nature inconnue.

BIOLOGIE

Les Silicoflagellés, qui paraissent avoir joué un rôle très important dans le plancton des mers tertiaires, sont actuellement en régression nette, aussi bien quantitativement que qualitativement. D'après les évaluations de Gran, le nombre de cellules d'une espèce commune, *Dictyocha speculum*, serait, dans le fjord d'Oslo, seulement de 54.400 par litre d'eau. Le rôle effacé que les Silicoflagellés actuels jouent dans l'économie de la mer n'a pas été établi avec précision. On sait seulement que, d'après Brinkman, ils constituent la nourriture *exclusive* de certaines larves d'Echinodermes nordiques. Leurs squelettes se trouvent dans les tubes digestifs et les *excreta* de divers planctontes, tels que les Copépodes et les Thaliacés, et on les rencontre en abondance agglomérés à la surface des corps plasmatiques des Radiolaires Phaeodariés à squelette hétérogène, notamment des Cementelles et des Miracelles.

Écologie. — D'après les observations de Rampi (1948), les Silicoflagellés sont abondants dans la Méditerranée surtout en automne, saison pendant laquelle semble avoir lieu une forte poussée de leurs divisions végétatives nocturnes. Certaines espèces, comme *Dictyocha fibula*, préfèrent les eaux chaudes, ne se rencontrent à la surface de la mer qu'en été et disparaissent dès que la température descend au-dessous de 18°C. D'autres, comme *Dictyocha speculum* et *D. octonaria*, affectionnent les eaux froides, et on les trouve à la surface uniquement en hiver; enfin, quelques variétés de *D. fibula* sont pérennantes.

Il est très possible que les diverses variétés des Silicoflagellés ne représentent que les formes saisonnières et que leurs variations squelettiques soient occasionnées, comme chez les Dinoflagellés, par la température du milieu ambiant. Les Silicoflagellés supportent les variations très fortes de la salinité, comme l'avait constaté Hovasse dans le Bosphore, où cette dernière varie entre 18 et 36‰.

CLASSIFICATION

La systématique des Silicoflagellés, basée uniquement sur les caractères squelettiques, était compliquée au début, car depuis Ehrenberg on érigeait en genres et espèces distincts toutes les variétés qu'on rencontrait dans le plancton. Elle reste complexe pour les formes fossiles, car elle fait cas des séries des genres éteints, considérés par des micropaléontologistes comme des étapes évolutives ou des tentatives d'évolution fixes, mais restées sans lendemain, au cours des quelques 80 millions d'années, avant le Crétacé supérieur, époque à laquelle ces derniers placent l'apparition du type initial des Silicoflagellés, lequel s'est conservé, tel quel, jusqu'à nos jours sous forme de l'unique genre actuel *Dictyocha* Ehrenberg.

La systématique des Silicoflagellés actuels est simple. Ils ne constituent qu'une seule famille, celle des *Dictyochidae* Lemmermann avec l'unique genre *Dictyocha* Ehrenberg,

comprenant 4 espèces et de nombreuses variétés, dont quelques-unes répondent exactement aux diagnoses des genres éteints, établis par les micropaléontologistes.

Les caractères distinctifs des Silicoflagellés méditerranéens sont résumés dans le tableau suivant.

Famille et sa diagnose	Genres et leurs caractères	Caractères des espèces et des variétés	Espèces et variétés méditerranéennes
Fam. des *DICTYOCHIDAE* Lemmermann. Flagellés à squelette siliceux tubulaire continu, composé typiquement d'un anneau polygonal basal et d'appareil apical convexe, reliés entre eux par des baguettes ou par des tubes. 1 genre.	g. DICTYOCHA Ehrenb. Anneau basal polygonal avec 4-9 cotés, ornés chacun au milieu d'une épine de soutien, dirigées vers le bas, avec autant de cornes radiales que d'angles. Appareil apical parfois absent, généralement présent, soit simple pont en H, soit anneau polygonal fenestré. 4 espèces, nombreuses variétés.		
	1 *sp.* anneau basal 4-angulaire ou pentagonal.	Anneau basal plus ou moins carré ou rhomboïdal, 4 cornes radiales, 4 épines de soutien. Appareil apical en forme d'un H, 4 fenestrations. 4 variétés principales :	**fibula** Ehrenberg. AC, pérennant. **forma major** (Pl. 18, fig. 1, A). **forma minor.**
		a) anneau basal rigoureusement carré, côtés rectilignes, 4 cornes radiales sub-égales, assez longues.	variété *messanensie* (Haeck.) Lemmerm. AR, pérennant. (Pl. 18, fig. 2).
		b) anneau basal rhomboïdal, côtés plus ou moins convexes, 4 cornes radiales, 1 épine axiale apicale.	var. *stapedia* (Haeck.) Lemmerm. AR., pérennant. (Pl. 18, fig. 3).
		c) anneau basal carré, côtés sinueux, 4 épines de soutien, 4 épines surnuméraires sur les côtés, 1 épine apicale axiale.	var. *aculeata* Lem. AC. en hiver. (Pl. 18, fig. 4).
		d) anneau basal pentagonal, côtés subégaux, rectilignes ou sinueux; 5 cornes radiales, 5 épines de soutien, 5 épines surnuméraires au milieu des côtés. Pont apical bifurqué à une extrémité, trifurqué à l'autre.	var. *pentagona* Sch. AC. en hiver. (Pl. 18, fig. 5).
	2 *sp.* anneau basal hexagonal.	Anneau basal hexagonal avec 6 cornes radiales et 6 épines de soutien. Anneau apical hexagonal fenestré, relié au basal par 6 tubes.	**speculum** Ehrenb. C. en hiver. (Pl. 18, fig. 6, 7, 8).

Famille et sa diagnose	Caractères du genre	Caractères des espèces et des variétés	Espèces et variétés méditerranéennes
	3 *sp.* anneau basal octogonal.	Anneau basal octogonal avec 8 cornes radiales et 8 épines de soutien, relié à l'anneau octogonal apical par 8 tubes.	**octonaria** Ehrbg. R. en hiver. (Pl. 18, fig. 9, 10, 11).
	4 *sp.* anneau basal 9-angulaire.	Anneau basal avec 9 côtés et 9 épines de soutien. Anneau apical 9-angulaire, relié au basal par 9 tubes.	**polyactis** Ehrbg. R., en hiver. (Pl. 18, fig. 12).

Ouvrages à consulter

1952. Deflandre, G. — Classe des Silicoflagellidés. — *Traité de Zoologie* de Grassé, T. 1, fasc. 1.

1932. Hovasse, R. — Contribution à l'étude des Silicoflagellés. — *Bull. Biol. France-Belgique*, T. 66, f. 4.

1934. Marshall, SN. M. — The *Silicoflagellata* and *Tintinnoinea*. — *Scient. Rep. Great Barrier Reef Expedition*, Vol. IV, N° 15.

1948. Rampi, L. — Ricerche sul Fitoplancton del Mare Ligure. 6. I Silicoflagellati delle acque di Sanremo. — *Atti Soc. Ital. Sc. Nat.*, Milano, Vol. 87.

Explication des figures

Planche 18. SILICOFLAGELLÉS ET ÉBRIACÉS

Fig. 1. *Dictyocha fibula* Ehrbg., var. *major;* A-squelette, d'après Rampi; B-structure réticulée de la surface du squelette, d'après Deflandre; fig. 2. *D. fibula*, var. *messanensis* Haeck., d'après Rampi; fig. 3. *D. fibula*, var. *stapedia* Haeck., d'après Rampi; fig. 4. *D. fibula*, var. *aculeata* Lemm., d'après Rampi; fig. 5. *D. fibula*, var. *pentagona* Schulz, d'après Rampi; fig. 6. *D. speculum* Ehrbg., d'après Rampi; fig. 7. *D. speculum* Ehrbg., *in vivo*, d'après Marshall; fig. 8. *D. speculum*, aspect latéral, d'après Deflandre; fig. 9. *D. octonaria* Ehrbg., d'après Hovasse; fig. 10. *D. octonaria* Ehrbg.; A-C-3 stades de la formation du squelette enantiomorphe, d'après Hovasse; fig. 11. *D. octonaria* Ehrbg.; aspect basal de 2 composants d'un couple montrant la différence de leurs appareils apicaux, d'après Hovasse; fig. 12. *D. polyactis* Ehrbg., d'après Rampi; fig. 13. *Ebria*, schéma du squelette, d'après Deflandre; fig. 14. *Ebria tripartita* (Borg.), fixé et coloré, d'après Hovasse; fig. 15. *Hermesinum*, schéma du squelette, d'après Deflandre; fig. 16. *Hermesinum adriaticum* Zacch. : A-fixé et coloré; B-C-2 stades de l'accroissement du squelette, d'après Hovasse; fig. 17. *Hermesinum adriaticum* Zacch.; bourgeonnement, d'après Hovasse.

CHAPITRE IX

EBRIIDEAE

par

G. TRÉGOUBOFF

CARACTÈRES GÉNÉRAUX

Comme les Silicoflagellés, avec lesquels ils ont été confondus d'ailleurs pendant longtemps, les Ébriacés constituent un groupe isolé, nettement délimité, sans affinités précises, de petits Flagellés à squelette siliceux, et font partie du nanoplancton, leurs dimensions n'étant que de quelques dizaines de µ seulement. Abondants dans les mers tertiaires, ils ne sont représentés dans le plancton marin actuel que par 2 genres : *Ebria* Borgert et *Hermesinum* Zaccharias. Différents l'un de l'autre aussi bien par la conformation de leurs squelettes que par leurs caractères cytologiques connus, ces 2 genres, classés dans 2 familles distinctes, doivent être décrits séparément.

MORPHOLOGIE EXTERNE

Squelette. — Le squelette interne des Ébriacés, plus ou moins continu, constitué par des baguettes siliceuses pleines, s'agence autour d'un spicule initial par la voie centrifuge sur un mode particulier, qui ne se rencontre nulle part ailleurs que chez eux. Si les squelettes adultes des formes actuelles sont relativement simples, ils ne le sont pas chez les formes fossiles, chez lesquelles leur complication a amené Deflandre (1952) à établir le numérotage et la nomenclature de diverses baguettes, dont les dénominations ont été empruntées par lui aux désignations, transposées ou modifiées, des spicules d'Éponges. Toutefois la connaissance de la plupart de ces termes n'est pas indispensable pour l'étude des squelettes des formes vivantes.

Chez *Ebria* (Pl. 18, fig. 13) le spicule initial est un triode (T), formé par 3 branches, divergentes sous des angles à 120°, munies de crêtes et d'épines, appelées actines (a). Les extrémités des actines se prolongent par des baguettes siliceuses, dirigées les unes vers l'avant, les proclades (p), les autres vers l'arrière du corps, les opisthoclades (o). Les proclades, qui peuvent être bifurqués, sont reliés entre eux par des baguettes, appelées les synclades antérieurs (sa), qui forment ainsi un anneau apical ou nucléaire, de l'intérieur duquel sortent en dehors les flagelles. Les opisthoclades soit se terminent librement dans la partie postérieure du corps, soit sont réunis aux extrémités par des synclades postérieurs (sp), qui délimitent également, dans ce dernier cas, un anneau antapical. Dans la partie médiane du corps, au niveau des actines, peuvent exister les petites baguettes secondaires ou mésoclades (m), qui relient

entre elles les diverses parties du squelette et délimitent ainsi un certain nombre de fenestrations médianes latérales. Enfin, il existe encore chez *Ebria* de courtes baguettes, dites connectives (bc), qui réunissent les extrémités de 2 synclades opposés, antérieurs et postérieurs.

Chez *Hermesinum* (Pl. 18, fig. 15), le spicule initial est un triaene à 4 branches (Tr), dont la branche verticale porte le nom de rhabde (r) et se termine par une corne postérieure (cp). Les opisthoclades se fixent sur le rhabde immédiatement au-dessus de la corne antapicale. Il existe également une corne apicale antérieure (ca), formée par la coalescence des synclades antérieurs.

STRUCTURE INTERNE

Corps cytoplasmique et ses inclusions. — Le corps plasmatique des Ébriacés semble être dépourvu de membrane périphérique différenciée. Le cytoplasme, incolore ou rosâtre, rempli de globules graisseuses, ne contient pas de plastes et ne forme pas de pseudopodes.

Le noyau est tout à fait apical et sa structure diffère chez les 2 genres. Chez *Hermesinum* (Pl. 18, fig. 16, 17), il a l'aspect d'un dinocaryon typique, tandis que chez *Ebria* (Pl. 18, fig. 14) le noyau n'est ni un protocaryon, ni un dinocaryon et montre un nucléole central et de nombreuses granulations chromatiques périphériques.

Les Ébriacés sont pourvus de 2 flagelles apicaux, longs et filiformes chez *Ebria*, courts et inégaux, probablement hétérodynames, chez *Hermesinum*. Chez ce dernier, ils sont fixés par un court rhizoplaste à la surface du noyau, mais les détails de la structure de la cinétide probable n'ont pu être élucidés.

MULTIPLICATION

On admet généralement que le seul mode de la multiplication des Ébriacés est la division binaire, dont les détails n'ont pas été étudiés toutefois jusqu'à présent. On trouve fréquemment les Ébriacés au stade de la prédivision, ayant sécrété dans leur intérieur des squelettes-fils. D'après quelques stades, décrits par Hovasse (1932), il semblerait que le clivage du corps cytoplasmique se ferait par une sorte de bourgeonnement latéral, l'individu-fils emportant à la séparation son squelette non entièrement formé (Pl. 18, fig. 17). On connaît également les stades des Ébriacés avec 2 ou plusieurs noyaux et avec les squelettes doubles ou multiples, parfois soudés ensemble, caractérisés généralement par la silicification exagérée des éléments squelettiques, se manifestant par la formation abondante d'épines et de petits spicules.

BIOLOGIE

Les Ébriacés, dépourvus de plastes, sont holozoïques et se nourrissent surtout de Diatomées qu'ils ingèrent grâce à la labilité de la partie périphérique de leur corps.

Ils sont mobiles, et leurs déplacements sont si particuliers que Borgert avait tiré même de ce caractère leur nom d'Ébriacés (*ebrius*, en latin, veut dire ivre). En effet, en plus du mouvement progressif, accompagné d'une rotation autour de l'axe du corps, semblable à celui des Dinoflagellés, ils font des bonds désordonnés et se jettent à droite ou à gauche, retombant tantôt sur un côté, tantôt sur l'autre. D'après Hovasse, cette marche saccadée et irrégulière serait due à la fixation probable non symétrique de leurs flagelles.

Les Ébriacés sont répandus dans toutes les mers, mais surtout dans les eaux tempérées et froides. Dans la Méditerranée, ils sont relativement plus abondants à la surface en automne et en hiver que pendant la saison chaude; on suppose que leur apparition automnale doit coïncider avec l'arrivée à cette époque, par le détroit de Gibraltar, de divers autres planctontes, tels que les Tintinnides, certains Dinoflagellés, etc.

L'étude des Ébriacés sur le vivant n'est pas aisée à cause de leur rareté relative et de leurs dimensions exiguës. Par contre, on rencontre assez souvent leurs squelettes dans les *excreta* de Copépodes, ainsi qu'incrustés sur les parois des lorica de divers Tintinnides ou agglomérés, comme les Silicoflagellés, à la surface des corps cytoplasmiques des Radiolaires Phaeodariés à squelette hétérogène.

CLASSIFICATION

Les affinités des Ébriacés sont, pour le moment, incertaines. On a tenté de les rapprocher des Radiolaires, en se basant sur une certaine analogie de la forme de leurs spicules initiaux avec ceux de certains Cyrtellaires, mais ce rapprochement ne peut pas se justifier à cause du mode de la formation des squelettes chez les Ébriacés, tout à fait particulier et bien différent de celui des Radiolaires. Leur incorporation parmi les Dinoflagellés, proposée par Hovasse, basée sur les caractères cytologiques des noyaux, semble être, pour le moment prématurée, étant donné l'insuffisance de nos connaissances de leur structure interne. Aussi, comme pour les Silicoflagellés, on a été obligé de les ériger en une classe distincte de la super-classe des Flagellés.

La classification la plus récente des Ébriacés, proposée par Deflandre (1952), qui tient compte surtout de l'évolution squelettique des formes fossiles, d'après l'auteur lui-même, n'est que provisoire et susceptible de modifications ultérieures. Elle n'intéresse, d'ailleurs que relativement peu les formes actuelles, qui sont réduites à 2 familles, 2 genres et 2 espèces. Leurs diagnoses sont résumées dans le tableau suivant.

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
1 Squelette à triode initial.	Fam. des *EBRIIDAE* (Lemm.) Deflandre. Proclades simples, réunis par des synclades antérieurs en 1 anneau apical (nucléaire). Opisthoclades bifurqués presque aussitôt, généralement largement étalés, réunis par des synclades postérieurs. Baguettes connectives courtes, réunissant les synclades opposés correspondants, antérieurs et postérieurs. 1 genre.	g. Ebria Borgert. Caractères squelettiques de la famille. Corps cytoplasmique ovoïdal, flagelles filiformes, longs et sub-égaux. Noyau avec caryosome central du type intermédiaire entre protocaryon et dinocaryon. 1 espèce.	**tripartita** (Schumann). R., à la surface en hiver et en automne. (Pl. 18, fig. 13, 14).
2 Squelette à triaene initial.	Fam. des *EBRIOPSIDAE* Deflandre. Rhabde du triaene initial, avec 2 cornes aux extrémités du corps, à peu près axial.	g. Hermesinum Zacharias. Caractères squelettiques de la famille. Corps cytoplasmique ovoïdal, légèrement aplati du côté ventral. Flagelles courts,	**adriaticum** Zacch. R., à la surface pendant la saison froide. (Pl. 18, fig. 15-17).

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	Proclades généralement réunis par des synclades antérieurs, formant un anneau apical (nucléaire). Opisthoclades soudés sur la partie antapicale du rhabde, à la base de la corne antapicale. Corne apicale antérieure, formée par les synclades antérieurs coalescents. 1 genre.	inégaux. Noyau-dinocaryon typique. 1 espèce.	

Ouvrages à consulter

1952. Deflandre, G. — Classe des Ebriediens. — *Traité de Zoologie* de P. Grassé, T. 1, f. 1.
1932. Hovasse, R. — Contribution à l'étude des Silicoflagellés. — *Bull. Biol. France-Belgique*, T. 66, f. 4.

CHAPITRE X

DINOFLAGELLATA (PERIDINIEAE)

par

G. TRÉGOUBOFF

CARACTÈRES GÉNÉRAUX

Les Dinoflagellés ou Péridiniens, le deuxième élément essentiel du microplancton méditerranéen, présentent une variété extraordinaire aussi bien au point de vue de leur morphologie externe et interne que de leur mode de vie. Si leurs formes planctoniques, libres, sont en grande majorité des Flagellés unicellulaires, d'autres parmi eux sont parasites externes ou internes de divers planctontes, et, à l'état végétatif, ne ressemblent en rien aux Dinoflagellés typiques. On connaît également des Dinoflagellés soit libres, soit sessiles ou rampants sur les Algues marines ou d'eau douce, qui se présentent sous des aspects inattendus : filamenteux, protococcoïdal, tetrasporidial ou même amoeboïde. L'incorporation dans la classe des DINOFLAGELLÉS de formes aussi disparates n'est justifiée que par la présence chez elles, parfois non simultanée, de 3 caractères essentiels des Péridiniens : 1. l'existence de 2 flagelles, généralement orientés perpendiculairement l'un par rapport à l'autre; 2. la structure particulière et les mitoses de leurs noyaux, désignés sous le nom de dinocaryons; 3. la multiplication au moyen des spores biflagellées caractéristiques, dites les dinospores.

La diversité des Dinoflagellés, même en faisant abstraction des formes non marines ou non pélagiques, nécessite la description de plusieurs types morphologiques.

MORPHOLOGIE EXTERNE

Les anciens auteurs divisaient les Dinoflagellés en 2 groupes distincts : l'un comprenait les formes « nues », et l'autre les cuirassées, pourvues d'une enveloppe cellulosique périphérique, de conformation diverse et plus ou moins rigide. Quoique cette division ait été abandonnée depuis, il est indispensable de décrire séparément les 2 types.

I. DINOFLAGELLÉS NUS. — Un Péridinien nu typique (Pl. 19, fig. 1) est globuleux, avec une extrémité plus ou moins acuminée (apex) et l'autre plus large, arrondie (antapex). Son corps est divisé par un sillon transversal, ou ceinture, à peu près circulaire et équatoriale, en 2 parties : la supérieure, apicale, appelée épisome ou épicône, et l'inférieure antapicale, dite hyposome ou hypocône. Un deuxième sillon, longitudinal et perpendiculaire à la ceinture, s'étend sur l'hyposome de l'extrémité postérieure distale de la ceinture jusqu'à l'antapex, où il s'élargit généralement et détermine souvent une légère excavation. En voisinage de la jonction des 2 sillons se trouvent les

orifices de sortie de 2 flagelles, dont un est transversal et logé au fond de la ceinture, tandis que l'autre, longitudinal, suit le sillon longitudinal et dépasse ensuite plus ou moins longuement la partie antapicale du corps.

Cette disposition typique des sillons et des orifices de sortie des flagelles n'est pas générale et peut présenter des variations. Ainsi, la ceinture n'est pas toujours circulaire (fermée) et équatoriale; très souvent elle est hélicoïdale (ouverte), à tours plus ou moins serrés, et son extrémité antérieure, proximale, peut s'amorcer dans la partie supérieure du corps, faire autour de ce dernier, un et jusqu'à 3 tours, pour se terminer, par son extrémité postérieure, distale, en dessous de l'équateur (Pl. 22, fig. 8, 9, 11). L'enroulement du sillon transversal est dans ce cas senestre, son extrémité proximale gauche étant antérieure par rapport à l'équateur, et le Péridinien est dit lévogyre (Pl. 19, fig. 12); il est dextrogyre dans le cas contraire, quand l'extrémité proximale est au-dessus de la distale, mais droite (Pl. 23, fig. 12). Le sillon longitudinal n'est pas toujours droit, court et localisé dans la partie postérieure du corps; il peut s'amorcer presque sous l'apex, en voisinage de l'extrémité proximale de la ceinture, et se continuer ensuite vers l'antapex soit en ligne à peu près droite (Pl. 19, fig. 12), soit en faisant un tour presque complet autour du corps (Pl. 22, fig. 11). L'emplacement des orifices de sortie des flagelles est en rapport avec les variations des trajets des sillons; ils sont parfois très rapprochés et même contigus dans une fente commune quand la ceinture est fermée, ou sont éloignés l'un de l'autre quand cette dernière est hélicoïdale; dans ce dernier cas celui du flagelle transversal se trouve à l'extrémité proximale de la ceinture, en haut du corps, tandis que celui du flagelle longitudinal peut être placé soit à l'intersection inférieure de 2 sillons, soit même au-dessous (Pl. 22, fig. 11). Le côté du corps, généralement plus ou moins aplati, sur lequel sont situés les orifices de sortie des flagelles, est considéré comme ventral.

Dans le corps d'un Péridien nu, il est facile de reconnaître les axes et les plans de symétrie, utilisés dans la systématique. Ainsi, l'axe qui joint l'apex à l'antapex est appelé axe longitudinal; l'axe sagittal ou dorsiventral est celui qui traverse le corps du centre du côté ventral jusqu'à la paroi dorsale, et l'axe transversal est perpendiculaire aux 2 axes précédents. Le plan principal de la symétrie est le plan sagittal; il contient les axes longitudinal et sagittal et divise, en conséquence, le corps du Péridinien en 2 moitiés : droite et gauche.

Le corps des Péridiniens nus est revêtu à la périphérie d'un périplaste, inséparable du cytoplasme sous-jacent, qui, *in vivo*, paraît généralement uni et ne présente des différenciations, telles que la striation longitudinale ou les réseaux délicats de champs pentagonaux, que chez quelques formes d'eau douce du genre *Gymnodinium*.

L'emploi de la méthode de l'imprégnation à l'argent de Chatton-Lwoff au cours des études assez récentes de quelques Péridiniens nus, effectuées par Chatton et Hovasse, Hovasse et surtout Biecheler (1952), a montré que leur morphologie était plus complexe que ne le croyaient les anciens auteurs, et a permis de reconnaître ainsi que le sillon longitudinal se prolonge vers l'avant du corps par un sillon très étroit, ayant la forme d'un lacet, entoure l'apex et revient vers l'arrière pour se terminer à droite, en voisinage de son point de départ (Pl. 19, fig. 1, 12). Ce sillon a été désigné sous le nom d'acrobase (a), et la partie apicale, circonscrite par lui, sous celui d'acromère (Ac). La partie du corps, située entre l'acrobase et le bord supérieur de la ceinture, appelée probase (pr) porte le nom de prosomère (Pr). A la mésomère (M) correspond la région de la ceinture, et toute la partie antapicale du corps est désignée sous le nom d'opisthomère (O) (Pl. 19, fig. 2).

L'imprégnation au nitrate d'argent a révélé, en outre, l'existence dans le périplaste d'un réseau argyrophile (argyrome), dont les mailles ont la disposition et la forme variable suivant les régions du corps, et sont surtout différentes dans les sillons (Pl. 19, fig. 2). Grâce à cette méthode, Hovasse a pu mettre en évidence chez *Oodinium poucheti*, Péridinien nu parasite externe, une tabulation du périplaste qui ressemble aux limites des champs et des plaques des Péridiniens cuirassés (Pl. 18, fig. 3). Il est certain, qu'appliquée à l'étude générale de tous les Dinoflagellés nus, cette méthode, en révélant les détails de structure, non décelables sans elle, permettra de combler le fossé classique entre les 2 groupes des Dinoflagellés.

II. Dinoflagellés cuirassés. — Chez les Péridiniens cuirassés existe, à la périphérie du périplaste, une membrane fondamentalement cellulosique, imprégnée de diverses substances et surtout de pectine et de callose, et qui est la membrane sécrétrice de la thèque. Cette dernière, qui n'est continue qu'exceptionnellement chez des formes primitives, se montre généralement différenciée. Dans le cas le plus simple, comme chez des représentants de l'ordre des *Thécatales*, elle a la forme d'une coque bivalve avec une ligne de suture sagittale, sans trace de sillons à la surface (Pl. 20, fig. 2). Ces derniers sont accusés plus nettement dans les thèques, également bivalves avec suture sagittale, des *Dinophysales* (Pl. 20, fig. 8-18), tandis que chez les *Péridiniales* la thèque est une vraie cuirasse, constituée par des plaques distinctes, soudées entre elles, sans suture sagittale, et avec des sillons généralement bien développés (Pl. 19, fig. 6). Les plaques, sécrétées par voie centrifuge, sont ornementées de pores et d'aréoles et certaines parmi elles peuvent présenter des excroissances en relief : épines ou spicules angulaires, cornes pleines ou creuses, lames aliformes, etc. Chez les individus jeunes, les plaques de la cuirasse paraissent être confluentes, n'étant séparées que par des lignes de sutures; mais chez les individus âgés existent entre les plaques des bandes intercalaires scalariformes, avec des lames de suture, susceptibles d'accroissement (Pl. 19, fig. 4).

Les plaques de la cuirasse des *Péridiniales*, généralement nombreuses, dont la forme, la disposition et le nombre sont variables, sont utilisées comme caractères spécifiques distinctifs et ont reçu des dénominations particulières suivant leur emplacement par rapport à l'apex et à la ceinture équatoriale, laquelle est désignée chez eux sous le nom de *cingulum*. Sur l'épisome, ou épithèque ou épivalve, on distingue ainsi les plaques apicales (ap), dont une, d'une grande importance taxonomique, porte le nom de plaque rhomboïdale (rh) ou losangique; les plaques intermédiaires ou accessoires (a), parmi lesquelles la médiane (2 a) est utilisée également en systématique comme caractère spécifique secondaire, et les plaques prééquatoriales ou précingulaires (pr). La ceinture ou *cingulum* peut être constituée soit par une seule pièce (Pl. 19, fig. 5), soit être pavée de plusieurs petites, dites cingulaires (g-g). Parmi les plaques de l'hyposome, ou de l'hypothèque, ou hypovalve, généralement moins nombreuses, on distingue : les plaques postéquatoriales (pst), les plaques antapicales (at), les plaques accessoires postérieures (p), ainsi que les plaques du sillon longitudinal, dans lequel existe une fente (ombilic) pour la sortie des flagelles. Étant donné leur grand nombre, les plaques de chaque catégorie sont désignées par des NN°, de sorte que la description d'un Péridinien cuirassé dans la systématique moderne se résume par la formule de sa tabulation, établie d'après les nomenclatures proposées soit par Lindemann (lettres), soit par Kofoid. Ce dernier, ayant admis que les diverses catégories des plaques des Péridiniens sont disposées en verticilles autour de l'apex, les désigne par des chiffres

et des accents. D'après sa nomenclature, admise généralement, les plaques portent les indicatifs suivants : les apicales : 1′, 2′...; les accessoires antérieures : 1 a, 2 a...; les prééquatoriales : 1″, 2″...; les cingulaires : g-g; les postéquatoriales : 1‴, 2‴...; les postapicales : 1⁗, 2⁗...; les accessoires postérieures : 1 p, 2 p... (Pl. 19, fig. 6, 7).

STRUCTURE INTERNE

CORPS PLASMATIQUE ET SES INCLUSIONS

Le corps plasmatique des Dinoflagellés se compose de 2 couches : l'externe ou ectoplasme, plus dense et granuleuse que l'interne, endoplasme, plus fluide.

PLASTES. — Dans l'ectoplasme des Dinoflagellés, de nature franchement végétale, sont localisés les chromoplastes, de couleur jaune-verte, de forme diverse, souvent en massues, convergeant en étoiles vers la partie centrale, où peut exister, mais pas d'une manière constante, un pyrénoïde. La couleur des chromoplastes est due au mélange de 2 sortes de chlorophylle, de xanthophylle et de substances caroténoïdes (le pyrrhophylle des anciens auteurs). Toutefois chez de nombreux Péridiniens les plastes peuvent être incolores. Quant aux phaeosomes, interprétées comme des plastes particuliers, localisés dans des chambres spéciales formées par des expansions aliformes des *Dinophysales*, on est enclin à les considérer actuellement comme des produits d'excrétion, peut-être analogues aux phaeodelles des Radiolaires Phaeodariés.

Chez de nombreux Péridiens, nus ou cuirassés, on a constaté l'existence d'un important chondriome, localisé à la périphérie du corps, en dehors des plastes. Par contre, celle de l'appareil de Golgi, semble devoir être contestée (HOVASSE).

MATIÈRES DE RÉSERVE. — Comme produits d'assimilation, les Dinoflagellés peuvent contenir des glucides sous forme d'amidon et surtout d'huile et de graisse, colorées généralement en rouge ou en rose, et parfois de l'hématochrome et des lipochromes. Cette coloration peut être diffuse dans tout le cytoplasme, de sorte qu'en cas de la prolifération de certains Péridiniens en voisinage des côtes, la teinte de la mer elle-même peut être modifiée en conséquence.

NOYAU ET CINÉTIDE. — Le noyau des Péridiniens, volumineux, sphérique ou ellipsoïdal, est situé dans l'endoplasme, et son aspect diffère suivant qu'il soit au repos ou en activité. Il contient un ou plusieurs nucléoles et des mottes chromatiques disposées soit suivant des files plus ou moins droites, soit le long de filaments pelotonnés (Pl. 22, fig. 6). Son aspect particulier lui a valu le nom de dinocaryon, et il apparaît comme tout à fait caractéristique des Dinoflagellés.

A la périphérie du noyau est accolé un blépharoplaste, dit primaire, ou centrosphère, duquel part un fin rhizoplaste, soit simple au début, soit bifurqué dès son départ, qui aboutit aux 2 blépharoplastes secondaires, sur lesquels sont fixés les 2 flagelles (Pl. 19, fig. 8). Ce dispositif, caractéristique des Péridiniens, a été désigné sous le nom de cinétide et il est considéré comme un appareil neuromoteur. Suivant les espèces, il peut présenter diverses modalités de structure et même être complètement indépendant du noyau, comme l'avait constaté BIECHELER chez *Plectodinium*.

PUSULES. — Le cytoplasme des Péridiniens marins contient de nombreuses vacuoles non pulsatiles, probablement alimentaires, ainsi qu'un appareil particulier, qui leur est propre, constitué par des pusules, sorte d'invaginations sous-pelliculaires, remplies de liquide. Les pusules peuvent être nombreuses et diversement disposées, mais le plus

souvent elles sont au nombre de 2 et débouchent généralement dans le sillon longitudinal, l'une dans l'orifice de sortie du flagelle transversal et l'autre dans celui du flagelle longitudinal (Pl. 19, fig. 9). Leur fonction n'est pas établie avec certitude; Schütt les considère comme des organes d'excrétion, tandis que Kofoid les interprète comme des organes assimilateurs de substances organiques.

Un certain nombre d'autres inclusions, non constantes, existe chez les divers Dinoflagellés.

Trichocystes et Trichites. — A la périphérie de l'ectoplasme de nombreux Péridiniens, nus ou cuirassés, sont situés les trichocystes ou les trichites, analogues à ceux d'autres Flagellés et de Ciliés, et qui fonctionnent comme mucifères surtout dans le but défensif, plus rarement offensif. Chez quelques formes particulières, telles que *Polykrikos*, *Nematodinium*, existent des nématocystes et des cnidocystes, semblables à ceux des Cœlentérés, munis ou non de filaments spiralés dévaginables.

Stigma et Ocelles. — De nombreux Dinoflagellés, et surtout ceux d'eau douce, sont pourvus d'organes sensoriels, percepteurs de la lumière, représentés soit par de simples stigma pigmentés, colorés souvent en rouge et situés en voisinage des pusules (Pl. 22, fig. 9), soit par des ocelles compliqués. Ces derniers sont constitués par une masse cupuliforme pigmentée (mélanosome), surmontée d'une lentille et d'un cristallin à nombreux ménisques. L'organe serait entouré d'une invagination de la membrane bordant l'intérieur et lui conférant ainsi, d'après les observations de Hovasse (1951) sur *Nematodinium*, la valeur d'une pusule vacuolaire (Pl. 19, fig. 10).

Éléments squelettiques internes. — Les représentants de la famille des *Gymnosclerotidae*, et en particulier *Gymnaster pentasterias* et *Plectodinium nucleovolvatum* possèdent des éléments squelettiques internes, étoilés chez le premier (Pl. 22, fig. 14), en forme d'un spicule aciculé courbé en V chez le second (Pl. 22, fig. 13 B). Ils montrent, en outre, une membrane interne périnucléaire, analogue par ses propriétés chimiques et sa structure à celle des capsules centrales des Radiolaires (Pl. 22, fig. 13 C).

Chez les Dinoflagellés, aussi bien nus que cuirassés, le cytoplasme peut s'épancher à l'extérieur, comme l'avait constaté déjà Schütt, qui le désignait sous le nom de protoplasme extra-membraneux. Cet épanchement en forme de pédicules ou de pseudopodes, soit dans le but de la fixation, soit dans celui de la préhension, se fait par des pores de la membrane et de la thèque, par le pore apical existant chez les Péridiniens cuirassés, et également dans la région postérieure du sillon longitudinal qu'on désigne sous le nom de la zone phagocytaire sulcale, dans laquelle peut se faire l'ingestion des proies (Pl. 19, fig. 11, 12).

PHYSIOLOGIE

Motilité. — Les déplacements des Dinoflagellés, très particuliers, sont dus à la dissemblance de leurs flagelles, qui ne sont semblables que chez les formes les plus primitives. Le flagelle transversal, aplati en ruban perpendiculairement à la surface du corps et maintenu en quelque sorte en place dans l'excavation de la ceinture par ses bords plus ou moins proéminents, fonctionne comme une membrane ondulante et détermine la rotation du Péridinien autour de son axe apical et sa progression hélicoïdale, en vis. Par contre, le flagelle longitudinal, filiforme, dirigé vers l'arrière le long du sillon longitudinal, décrit avec son extrémité distale, dépassant l'antapex, une surface conique et fonctionne simultanément comme une godille et un gouvernail, en faisant avancer le

Péridinien, l'apex en avant. Ce mode de progression a paru si singulier aux anciens auteurs qu'ils avaient supposé l'existence chez les Péridiniens, à la place du flagelle transversal, d'une couronne de cils vibratiles, et leur avaient donné, en conséquence, le nom de Cilioflagellés.

La flottaison dans la mer, facilitée par la présence dans le cytoplasme des réserves d'huile et de graisse, est favorisée chez de nombreux Dinoflagellés cuirassés par le développement, aux dépens de certaines plaques de la thèque, soit d'excroissances foliacées ou aliformes, de forme diverse (collerettes et ailerons chez des *Dinophysales*), soit de spicules ou de cornes creuses *(Ceratium)*, ou par la formation de chaînes linéaires à la suite de divisions binaires répétées.

Nutrition. — Les botanistes, qui revendiquent les Dinoflagellés comme étant des Phytoflagellés, considéraient tous les Péridiniens pourvus de chromoplastes comme autotrophes, capables de vivre, grâce à la photosynthèse, aux dépens d'éléments simples, du CO^2, des sels minéraux et de l'eau. Or, cette nutrition prototrophe holophytique n'est pas exclusive, car les Péridiniens à chromoplastes capturent également les proies vivantes (Ciliés, petits Péridiniens, etc.) à l'aide de leurs pseudopodes, qui se forment principalement dans la zone phagocytaire sulcale (Pl. 19, fig. 11), et les ingèrent ensuite en totalité, sans qu'il se forme un orifice buccal quelconque (Pl. 19, fig. 12). Les Dinoflagellés à chromoplastes doivent être considérés, en conséquence, comme mixotrophes, faisant passage aux Péridiniens hétérotrophes, n'ayant que des plastes incolores et obligés de ce fait d'absorber les matières organiques qui leur sont nécessaires.

Quelques Dinoflagellés, peu nombreux d'ailleurs, sont saprophytes et présentent généralement un fort développement de leur appareil pusulaire.

Les Péridiniens fortement animalisés comme les Noctiluques sont dépourvus de plastes, possèdent un cytostome rudimentaire et sont holozoïques, en se nourrissant de Diatomées, de Ciliés ou de petits Péridiniens.

En ce qui concerne les Dinoflagellés parasites, leur mode de nutrition aux dépens de leurs hôtes varie suivant le degré du parasitisme. Les ectoparasites sont histotrophes, les parasites internes sont osmotrophes ou chylotrophes quand ils vivent soit dans les cavités cœlomiques, soit dans les tubes digestifs. On doit signaler toutefois que chez des Blastodinides, parasites internes des Copépodes, se sont conservés les plastes colorés, imprégnés de chlorophylle, et qu'ils sont ainsi également mixotrophes.

Phosphorescence. — Plusieurs espèces des genres *Gonyaulax* et *Peridinium*, ainsi que les Gymnodiniens Noctiluques sont luminiscents et, en produisant la nuit par oxydation des graisses phosphorées qu'ils contiennent, une vive lumière, rendent la mer phosphorescente.

MULTIPLICATION

Reproduction agame. — La multiplication asexuée des Dinoflagellés présente plusieurs modalités et peut avoir lieu soit à l'état végétatif mobile, soit sous la protection d'un kyste.

Chez les Dinoflagellés nus la division binaire, par scissiparité, se fait généralement dans le sens longitudinal, comme c'est la règle chez les Flagellés, et suit celle du noyau. Cette dernière, désignée sous le nom de dinomitose ou de mitose syndinienne, suivant les cas, peut présenter plusieurs variantes et être accompagnée, à l'intérieur du noyau, au stade de la fin de la prophase et du clivage des chromosomes, d'un phénomène par-

ticulier, propre aux Péridiniens, appelé « la cyclose circulaire ». Le clivage du corps cytoplasmique passe toujours par le plan de l'insertion de la cinétide et suit généralement de près la mitose. On connaît cependant quelques Dinoflagellés de la famille des *Polykrikidae* qui sont coloniaux, provisoires ou permanents, et résultent de la fusion en un organisme unique, une somatelle, des éléments énergétiques de plusieurs individus (2 à 16), issus de divisions végétatives répétées (Pl. 22, fig. 18).

Chez les Dinoflagellés cuirassés, la division binaire par scissiparité, quand elle a lieu à l'état mobile, implique le partage de la thèque entre les 2 produits de la division. Chez les *Thecatales* et les *Dinophysales*, dont les coques sont bivalves avec une ligne de suture sagittale, le clivage se fait suivant le plan sagittal et chaque individu, issu de la division, emporte une valve et sécrète ensuite la deuxième. Chez les *Péridiniales*, dont la cuirasse est constituée par des plaques nombreuses, le partage de la thèque peut avoir lieu soit le long de la ceinture (*Glenodinium*, certains *Peridinium*), un individu emportant l'épithèque et l'autre l'hypothèque, soit suivant une ligne oblique par rapport à l'axe longitudinal, en passant par les sutures de certaines plaques (*Ceratium*, Pl. 19, fig. 13 A). Les 2 individus, issus de la division, doivent sécréter les parties manquantes (Pl. 19, fig. 13 B, C), lesquelles sont chez eux, aussitôt après la division, d'âge, de structure, et parfois de tabulation, différents de l'individu maternel. Chez les *Ceratium* les produits de la division restent souvent attachés l'un à l'autre par la corne antérieure de l'individu postérieur qui s'insère dans un petit entonnoir particulier de la cuirasse de l'individu antérieur, en formant ainsi des chaînes de plusieurs individus (Pl. 19, fig. 14; Pl. 25, fig. 13 C).

Chez les diverses espèces du genre *Peridinium*, la division binaire est souvent accompagnée de l'abandon de la thèque maternelle, de sorte que les produits de la division réforment entièrement leurs cuirasses. Le même processus a lieu chez *Pyrophacus horologium*, mais chez cette forme le noyau se divise à plusieurs reprises, et les 4-8 individus formés, une fois libérés, sécrètent leurs coques en entier.

La multiplication à l'abri d'un kyste a été observée surtout chez les *Ceratium*. Le corps cytoplasmique s'entoure d'une membrane épaisse et peut rester au repos pendant plusieurs années (observations de Huber et de Nipkow sur *Ceratium hirundinella*). Au réveil a lieu la division binaire, les 2 individus quittent la thèque maternelle et sécrètent leurs nouvelles cuirasses.

Reproduction sexuée. — On a été tenté d'admettre, pendant quelque temps, que la reproduction sexuée des Dinoflagellés pouvait se faire au moyen de leurs « dinospores », c'est-à-dire de zoospores biflagellées du type généralement gymnodinien, fréquentes chez les Péridiniens surtout parasites, qui auraient eu ainsi, théoriquement, la valeur des gamètes. Mais jusqu'à présent on n'a jamais observé la copulation des dinospores des Dinoflagellés vrais, libres. Les seules observations se rapportant à la sexualité des Péridiniens concernent les zoospores de *Noctiluca*, forme aberrante, qui ne sont pas des dinospores typiques, étant pourvues d'un seul flagelle, d'un sillon longitudinal bien formé et d'un demi-sillon transversal (Pl. 22, fig. 17 B). Gross a pu observer dans ses cultures leur copulation et la formation des zygotes. La copulation des zoospores a été signalée également par Duboscq et Collin chez *Duboscquella tintinnicola*, Péridinien parasite de divers Tintinnides. Dans ce cas encore les zoospores sont aberrantes, du type *Oxyrrhis*, avec le flagelle longitudinal dirigé vers l'avant et le transversal enroulé autour du corps, sans sillons apparents (Pl. 28, fig. 10 B, C). La copulation des dinospores anisogames a été signalée par Grassé chez un parasite

de Tintinnide *Cyttarocylis*, classé provisoirement dans le genre *Duboscquella* (*D. anisospora*, Pl. 28, fig. 11, C, D) et par Chatton et Biecheler chez une espèce du genre *Coccidinium*, parasite de divers Péridiniens littoraux.

Quant aux nombreuses dinospores, décrites notamment par Chatton chez les Dinoflagellés parasites de l'ordre des Blastodinides, leur vraie signification reste actuellement inconnue; elle pourrait être du même ordre que celle des dinospores gymnodiniformes des kystes flottants dans le plancton, de provenance inconnue, trouvés par Chatton à Banyuls et par Schütt dans le matériel de la Plankton-Expedition. Les observations de ces deux auteurs, sans préjuger en rien de la vraie nature des dinospores, semblent indiquer la possibilité d'un autre mode généralisé de multiplication chez les Dinoflagellés que la simple division binaire par scissiparité.

PARASITES DES DINOFLAGELLÉS

Le plus répandu et le plus anciennement connu est celui décrit par Koeppen (1899) à Villefranche-sur-Mer sous le nom de *Hyalosaccus ceratii*, qui se rencontre à l'état soit intraplasmique, soit intranucléaire chez de nombreux Péridiniens planctoniques. Son évolution, restée longtemps énigmatique, a été résumée brièvement par Chatton et Biecheler (1935) et paraît être semblable, sinon identique d'après ces auteurs, à celle des *Amoebophrya* des Acanthaires et de *Sticholonche*. Elle aboutit à la formation des flagellispores hémisphériques de 2,5 μ de diamètre, sans sillons apparents, avec 2 flagelles inégaux et dissemblables, dirigés vers l'arrière, et dont le sort ultérieur reste inconnu. Chatton et Biecheler avaient créé pour *Hyalosaccus* et *Amoebophrya* un ordre particulier de Flagellés, celui des Cœlomastigines, en les plaçant au voisinage des Dinoflagellés; toutefois il ne semble pas qu'on puisse leur assigner actuellement une position systématique précise.

Chatton et Biecheler (1934) ont décrit 4 autres parasites de divers Dinoflagellés littoraux, appartenant tous au genre *Coccidinium*, créé par eux, chez lesquels les stades végétatifs sont du type coccidien, tandis que les germes sont des dinospores du type syndinien et ressemblent à celles des *Merodinium*, parasites de Radiolaires. Les 4 espèces-*duboscqui*, *legeri*, *punctatum* et *mesnili*, sont des parasites intraplasmiques, et leur évolution comporte 2 lignées : l'une aboutit directement à la formation des microgamètes, et l'autre, sous un kyste à membrane fine, à celle des macrogamètes. La copulation en croix et la formation des zygotes n'a été observée que chez *C. mesnili*. Malgré leurs affinités quelque peu équivoques, puisqu'ils pouvaient prendre place aussi bien parmi les Sporozoaires, Chatton et Biecheler, les ont rangés dans l'ordre des *Blastodiniales*, qui englobe tous les Dinoflagellés parasites.

BIOLOGIE

Les Dinoflagellés marins sont surtout abondants dans les mers chaudes. Ils sont relativement nombreux également dans la Méditerranée, mer sub-tropicale, et comprennent actuellement 347 espèces environ, d'après les recherches de Rampi, effectuées par cet auteur de 1940 à 1951, principalement à San Remo.

Le cycle annuel des Dinoflagellés est plus difficile à établir que celui des Diatomées à cause de la diversité de leur provenance. En effet, le nombre d'espèces méditerranéennes endémiques est relativement peu élevé et les formes allogènes proviennent de la transgression automnale de l'Atlantique. Parmi les formes endémiques 36 espèces,

vivant dans les eaux généralement profondes, sont considérées par Rampi comme constituant un complexe aux affinités nettement indo-pacifiques.

Au point de vue saisonnier, les Dinoflagellés prédominent quantitativement dans le plancton de surface pendant l'été, en remplaçant ainsi, en quelque sorte, les Diatomées, qui tendent à disparaître pendant la saison chaude. Mais au point de vue qualitatif, c'est surtout en Décembre-Février qu'on capture le plus grand nombre d'espèces. Les travaux de Pavillard, de Rampi et de Margalef ont permis de distinguer parmi les Dinoflagellés les formes pérennantes, qu'on rencontre en quantités variables pendant toute l'année, les formes hivernales et les formes estivales. Certains Péridiniens sont ombrophiles et vivent normalement au-dessous du niveau de 70 m, d'autres le deviennent seulement pendant l'été. Les Dinoflagellés sont d'ailleurs mieux adaptés à la vie pélagique que les Diatomées et présentent des variations spécifiques plus nombreuses que ces dernières, qui se manifestent surtout chez les formes tropicales. De ce fait, la classification des Dinoflagellés est difficile, et parfois confuse, car à côté des espèces bien déterminées existent d'autres, dont les limites ne sont pas nettement définies, car elles présentent des variétés soit locales, soit saisonnières, et montrent ainsi une véritable alternance de types métagénétiques temporaires.

Quoique producteurs bien moindres que les Diatomées de la matière organique dans la mer, les Dinoflagellés représentent néanmoins une partie non négligeable de la biomasse marine et, à ce titre, jouent un rôle assez important dans l'économie générale de la mer en servant d'aliment à tous les planctontes hétérotrophes ou holozoïques, à partir des Protistes et jusqu'aux Poissons pélagiques, tels que les Anchois, les Sardines, etc.

On doit mentionner cependant que certaines espèces tropicales des genres *Gonyaulax*, *Cochlodinium*, *Amphidinium*, colorées généralement en rouge, sont vénéneuses pour les Mollusques benthiques, les Crustacés et les Poissons, peuvent provoquer parmi eux de véritables hécatombes, et occasionnent des empoisonnements graves ou mortels parmi les hommes, quand ces derniers consomment les produits de pêches, qui en avaient absorbé en grande quantité.

CLASSIFICATION

La systématique des Dinoflagellés, adoptée généralement par les spécialistes du phytoplancton, est celle de Schiller (1931-1937); basée sur les caractères morphologiques ou squelettiques pour les groupes où existe la thèque, elle a été formulée par lui au point de vue purement botanique, dans le cadre de la classification générale de l'ensemble des Algues, établie pas Pascher. Dans son article posthume sur les Dinoflagellés dans le Traité de Zoologie de Grassé (1952), Chatton, ayant montré les inconvénients de la systématique de Schiller, a proposé une, très sommaire et provisoire, inspirée en partie par celles préconisées naguère par Bergh et Bütschli, comprenant, en plus, tous les Péridiniens parasites, dont la découverte lui était due presque entièrement.

Dans ce Manuel, ne traitant que les Dinoflagellés méditerranéens planctoniques, libres ou parasites de divers planctontes, sera adoptée la classification mixte, combinant celles de Schiller et de Chatton.

Les Dinoflagellés seront divisés en 2 sous-classes :

I. Sous-classe Adinida Bergh, comprenant 2 ordres : Athecatales Lindemann et Thecatales Lindemann.

II. Sous-classe des DINIFERA Bergh, englobant 5 ordres : DINOPHYSIALES Lindemann; GYMNODIALES Lindemann; PERIDINIALES SCHÜTT; BLASTODINIALES Schiller et les DINOCOCCALES Pascher.

Les diagnoses détaillées des ordres et des familles, les caractères des genres seront donnés dans les tableaux dichotomiques de détermination.

Étant donné le grand nombre de formes à décrire, afin de rendre les tableaux moins touffus et plus maniables, les diagnoses des ordres seront résumées dans un tableau distinct.

Abréviations utilisées dans les tableaux dichotomiques.

Din.-Dinoflagellés; D-diamètre; L-longueur; La-largeur; ceint-ceinture; pus-pusules; flag-flagelles; tab-tabulation; g-genre; esp-espèce; pér-pérennant; Méd.-Méditerranée; C-commun; AC-assez commun; CC-très commun; R-rare; AR-assez rare; RR-très rare.

Clef pour la détermination des sous-classes et des ordres des Dinoflagellés.

1 Formes primitives, de dimensions exiguës, corps recouvert soit d'une pellicule cellulosique homogène, soit d'une coque bivalve à suture sagittale, sans champs ni plaques distinctes et sans sillons flagellaires, ou à peine marqués. 2 flagelles, généralement semblables, apicaux ou légèrement ventraux...........	2	Sous-classe des ADINIDA Bergh.
– Formes de morphologie très diverse, soit nues, libres ou ecto- et endoparasites fortement dégradées, soit recouvertes d'une thèque tantôt bivalve avec suture sagittale, tantôt cuirassée avec champs ou plaques distinctes, avec 2 sillons flagellaires permettant de distinguer 3 parties constitutives du corps. 2 flagelles dissemblables, insérés latéralement.	3	Sous-classe des DINIFERA Bergh.
2 Corps revêtu d'une pellicule non différenciée en coque.		Ordre des **ATHECATALES** Lindemann. Formes primitives, faisant passage aux Cryptomonadines; corps arrondi, ovalaire, cordiforme ou lancéolé, plus ou moins aplati latéralement, recouvert d'une pellicule continue, sans sillons flagellaires apparents. 2 flagelles, à peu près semblables, sont apicaux et sortent à l'extérieur par 1 ou 2 pores ou par 1 fente; un flagelle, antérieur, est longitudinal, l'autre, transversal, a la tendance de s'enrouler autour de l'apex.
– Corps revêtu d'une coque bivalve à suture sagittale, sans sillons flagellaires bien nets.		Ordre des **THECATALES** Lindemann. Corps arrondi, ovalaire ou ellipsoïdal, plus ou moins comprimé, protégé par une coque bivalve à suture sagittale sans sillons nettement marqués. 2 flagelles semblables, rarement dissemblables avec, parfois, tendance à l'insertion ventrale, sortent généralement par 1 ou 2 orifices de la suture, ou de l'intérieur d'un dispositif tubulaire interne particulier. Division binaire par scission longitudinale dans le plan sagittal.

Clef pour la détermination des sous-classes et des ordres des dinoflagellés.

3 Corps revêtu d'une coque bivalve à suture sagittale sans plaques distinctes, avec sillons flagellaires nettement marqués.

Ordre des **DINOPHYSIALES** Lindemann.
Corps recouvert d'une thèque en forme de coque à 2 valves subsymétriques, à suture sagittale, avec 2 sillons flagellaires nettement marqués, permettant de reconnaître 3 parties du corps : épithèque, ceinture et hypothèque. Les 2 bords des 2 sillons se prolongent en excroissances aliformes foliacées, désignées sous le nom de collerettes pour celles du sillon transversal et d'ailerons pour le sillon longitudinal. Le sillon transversal, presque circulaire, fermé, est situé généralement dans le tiers antérieur du corps et ses collerettes, en forme d'entonnoirs, sont dirigées vers le haut. Les ailerons du sillon longitudinal, qui prolongent directement la collerette inférieure, sont situés dans le plan sagittal. L'aileron droit, formé uniquement par la valve droite, est généralement plus petit et plus réduit que l'aileron gauche, constitué aux dépens de 2 valves; il est en conséquence double, fortement développé, et étayé, dans son intérieur, par de spicule ou de rayons. 2 flagelles dissemblables sortent par 1 seul orifice, situé dans le sillon longitudinal. Division binaire par scission longitudinale dans le plan sagittal.

– Pas de coque bivalve à suture sagittale 4

4 Formes végétatives mobiles, sans stades parasites dans leur cycle évolutif, nues ou cuirassées, mais sans suture sagittale, conformes par leur organisation aux 2 types morphologiques des Dinoflagellés. 5

– Formes végétatives nues (trophozoites) immobiles, sans thèque ni cuirasse, soit ecto- ou endoparasites, souvent très déformées par le parasitisme, soit libres, d'apparence kystique et à structure protococcoïdale. Multiplication par éléments mobiles-dinospores, de structure diverse 6

5 Formes nues, généralement isolées, parfois coloniales.

Ordre des **GYMNODIALES** Lindemann.
Corps de forme très variable, nu, sans thèque, souvent avec tabulation primitive du périplaste, apparente ou décelable après l'imprégnation par nitrate d'argent (argyrome). Les sillons de 2 flagelles dissemblables, à l'insertion latérale, sont nettement visibles et permettent de distinguer 3 parties du corps : épisome, ceinture et hyposome. Sillon transversal à situation variable, pouvant accomplir jusqu'à 3 tours complets autour du corps. Nombreuses formes animalisés, comportant souvent la perte des sillons et des flagelles, leur nature péridinienne n'étant révélée que par la structure des noyaux (dinocaryons). Divers organites souvent présents : trichites, trichocystes, nématocystes, cnidocystes, stigma, ocelles. Chez quelques formes existent des éléments squelettiques siliceux internes et une membrane périnucléaire. Généralement isolés, parfois coloniaux temporaires ou permanents. Division binaire, par scissiparité, se fait souvent transversalement par la ligne de la ceinture. La systématique de l'ordre est provisoire; sa révision s'impose avec application généralisée de

Clef pour la détermination des sous-classes et des ordres des Dinoflagellés.

l'imprégnation argentique pour mettre en évidence la tabulation primitive, non décelable autrement.

– Formes pourvues d'une cuirasse asymétrique avec champs ou plaques distinctes .... Ordre des **PERIDINIALES** Schütt.

Formes de morphologie externe très diverse, caractérisées par la présence d'une cuirasse, constituée par des champs ou plaques distinctes, avec sillons flagellaires nettement marqués, permettant de distinguer 3 parties du corps : épithèque, ceinture et hypothèque. 2 flagelles dissemblables sortant par une fente (ombilic), située dans le sillon longitudinal. Cuirasses avec ornementation diverse par suite de l'adaptation à la vie planctonique. Trichocystes fréquents, stigma chez quelques espèces à thèque mince. Division binaire parfois transversale, généralement oblique, passant par une ligne brisée, suivant les sutures de certaines plaques. Chaînes linéaires fréquentes. Sporulation observée chez quelques formes.

6 Formes ecto- ou endoparasites, stades végétatifs (trophozoites) nus, non mobiles .... Ordre des **BLASTODINIALES** Schiller.

Stades végétatifs ectoparasites épicellulaires, ou endoparasites intraplasmiques ou intranucléaires de divers Protistes-Péridiniens, Tintinnides, Radiolaires, dans les tubes digestifs et les cavités cœlomiques ou sur les œufs de Métazoaires-Copépodes, Poissons. Multiplication par division binaire ou au moyen de dinospores des types divers, dont quelques-unes ont la valeur de gamètes, résultant de la palisporogénèse. Ordre provisoire, cycles évolutifs de nombreuses formes mal connus.

– Stades végétatifs libres, nus, non mobiles, mais flottant dans la mer .... Ordre des **DINOCOCCALES** Pascher.

Stades végétatifs en forme des kystes sphériques, fusiformes ou en croissant, à structure protococcoïdale, flottant passivement dans la mer. Multiplication soit par division du kyste primaire en 2-4 kystes secondaires, susceptibles de s'accroître et de redevenir des kystes primaires, soit par la formation dans les kystes secondaires de dinospores gymnodiniformes, lesquelles, mises en liberté, peuvent s'enkyster (kyste III) et subir à l'intérieur du kyste encore 2 divisions. Le reste du cycle évolutif est inconnu. Ordre provisoire à cause de la confusion taxonomique possible de certaines espèces, car les kystes II ont été décrits comme espèces distinctes sans qu'on connaisse leur provenance et ils ne représentent, peut-être, en réalité, que les stades évolutifs de divers Gymnodiniens.

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
1 Din. primitifs, sans sillons nets, sans ou avec coque 2			
– Din. généralement avec sillons nettement marqués, soit nus (souvent aber - rants), soit protégés par 1 cuirasse 7			
2 Corps revêtu d'une pellicule non isolable et non différenciée en coque, sans sillons flagellaires.	Ordre des **ATHECATALES** Lind. Fam. des *ADINIMONADIDAE* Schiller. Corps ovalaire, recouvert d'une pellicule résistante, avec 2 pores latéraux et 1 enfoncement apical, par lequel sortent 2 longs flag. à peu près semblables, légèrement rubanés. Dinocaryon typique. 1 g. Méd.	g. ADINIMONAS Schiller. Caractères de la fam. 1 seule espèce, insuffisamment décrite.	**oviforme** Schiller. R. (Pl. 20, fig. 1).
– Corps protégé par 1 coque.... 3	Ordre des **THECATALES** Lind.		
3 Coque bivalve à suture sagit., sans sillons flagellaires nettement indiqués.	Fam. des *PROROCENTRIDAE* Schütt. 1 ou plusieurs ouvertures entre 2 valves de la coque. 2 flag. dissemblables apic. sortent par 1-2 orifices ou par 1 tube intérieur particulier. Sans ou avec 1 dent aiguë près de la fente de sortie des flag. Plutôt littorales, accidentelles dans le plancton. 4 g. Méd.	g. EXUVIELLA Cienk. Corps ovoïde, aplati, coque avec pores épars, parfois avec 2 petites dents sur les valves, surmontant l'enfoncement apical, par lequel sortent flag. 1-2 pusules antérieures. Stades de repos parfois pédonculés *(E. marina)*. 15 espèces connues.	**compressa** (Osten.). L. 34-46 µ. R., été-automne. (Pl. 20, fig. 2). **marina** Cienk. L. 36-50 µ. Cosmopolite. **elongata** Rampi. L. 45 µ, La. 26,5 µ. RR. **baltica** Lohmann. D. 14-16 µ. RR.
		g. PORELLA Schiller. Corps ovoïde, comprimé latéralement, valves sans dents apicales, 2 gros pores coniques équatoriaux, ouverts au fond. 1-2 pores pour sortie des flag. 5 espèces Méd.	**globulus** Schil. L. 29-25 µ. AC. de Nov. à Avril. (Pl. 20, fig. 3). **adriatica** Schil. L. 16-19 µ. AC., pér.
		g. PROROCENTRUM Ehrenb. Corps ovalaire, arrondi, virguliforme, souvent piriforme. Valves avec pores ronds et 1-2 dents, surmontant l'enfoncement par lequel sortent flag. 2 pus. près apex. 9 esp. Méd.	**scutellum** Sch. L. 40-57 µ. Pér., AC. été, surface. (Pl. 20, fig. 4). **micans** Ehrbg. L. 36-48 µ. AC., pér. (Pl. 20, fig. 5). **ovalis** Rampi. L. 31,5 µ, La. 46,5 µ AR., surface.

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		g. Cenchridium Ehrenb. Corps ellipsoïd. ou oviforme, valves avec pores localisés surtout dans partie antérieure. A l'apex 1 tube membraneux intérieur, plus ou moins long, droit ou courbé, par lequel sortent flag. 2 esp. Méd.	**globosum** (Will.) Stein. AR. automne, de 0 à 70 m. (Pl. 20, fig. 6). **sphaerula** Ehrenb. AR., en surface, au printemps. (Pl. 20, fig. 7).
– Coque bivalve à suture sagit., avec sillons flagel. nettement marqués 4			
4 Corps arrondi ou ovalaire, généralement aplati latéralement; collerettes relativement peu proéminentes, plus rarement en petits entonnoirs; ailerons bien développés.	Ordre des **DINOPHYSIALES** Lind. Fam. des *DINOPHYSIDAE* Bergh. Corps arrondi ou ovalaire, plus ou moins aplati; thèque bivalve, sans pore apical, parsemée de pores ou poroïdes, divisée en petite épithèque et grosse hypothèque par ceinture, située près de l'apex. 1 ou 2 collerettes, soit horizontales, soit en petits entonnoirs dirigés vers le haut. Aileron gauche plus développé que le droit, renforcé par 1, 2 ou 3 rayons ou nervures. 4 g. Méd.	g. Pseudophalacroma Jörgensen. Corps ovalaire comprimé latéralement, surface de la thèque aréolée. Ceint. dans le 1/3 antérieur du corps, peu profonde, ses collerettes peu saillantes. Aileron gauche plus fort que le droit, sans nervures, se prolongeant jusqu'à la moitié de l'hypothèque. 1 seule esp. Méd.	**nasutum** Stein. L. 40-50 μ. AC. (Pl. 20, fig. 8).
		g. Phalacroma Stein. Corps arrondi ou oviforme, plus ou moins comprimé, thèque avec pores, poroïdes ou aréoles, souvent avec 1 crête aliforme triangul. à l'antapex. Sillons général. peu profonds; le transversal est tropical ou subpolaire, ses collerettes, presque semblables, sont horizontales ou légèrement obliques. Sillon longitudinal très peu profond, droit et court. Aileron droit faible, sans nervures, le gauche avec 3 forts rayons. 50 esp., divisées en 10 groupes. 23 esp. Méd.	**rotundatum** (Cl. et L.) Kof. et Mich. L. 32-48 μ. AR., pér. (Pl. 20, fig. 9). **porodictyum** St. L. 72,5-81,5 μ. AC., pér. surface. (Pl. 20, fig. 10). **argus** Stein. L. 84 μ, La. 65 μ. AR., pér. (Pl. 20, fig. 11). **cuneus** Schütt. L. 72-88 μ. AR., pér. (Pl. 20, fig. 12). **acutum** (Schütt) Pavillard. L. 60-70 μ. R. surface, hiver. (Pl. 20, fig. 13). **rapa** Stein. L. 75-95 μ. AR., pér. (Pl. 20, fig. 14). **mitra** Schütt. L. 58 μ, La. 48 μ. R., pér. (Pl. 20, fig. 15).

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
			doryphorum St. L. 54-86 μ. CC., pér. (Pl. 20, fig. 16). **circumsutum** Karsten. L. 75-80 μ. Hiver, occasion. (Pl. 20, fig. 17). **reticulatum** Kof. L. 100-115 μ. R., pér., hiver. (Pl. 20, fig. 18). **parvulum** (Schütt). Jörg. L. 50 μ, La. 42 μ. AC., pér. (Pl. 20, fig. 19). **ovum** Schütt. L. 55 μ, La. 50 μ. R., pér., isolé.
		g. DINOPHYSIS Ehrenberg. Corps oval. ou ellipt., comprimé, parfois trapézoïde ou bifurqué par suite de l'existence de 1 ou 2 prolongements antapicaux. Thèque avec pores gros ou fins. Ceint. presque polaire, épithèque très réduite, cachée généralement par la collerette supérieure, dressée en col droit; collerette inférieure peu développée. Sillon longitudinal court. Aileron droit petit, triangul., sans nervures. Aileron gauche fort, trapéziforme, avec 2 ou 3 rayons. 50 esp. décrites, dont 25 environ ne seraient que des variétés. 23 esp. Méd.	**ovum** Schütt. L. 44-62 μ. AR., pér., surface, en hiver. (Pl. 21, fig. 1). **recurva** Kof. et Sk. L. 45 μ, La. 36 μ. AC., pér. (Pl. 21, fig. 2). **sphaerica** Stein. L. 44-47 μ. AR., en hiver, surface. (Pl. 21, fig. 3). **dens** Pavillard. L. 50-55 μ. Pér., surface. (Pl. 21, fig. 4). **acuta** Ehrenb. L. 80-94 μ. C., pér. surface. (Pl. 21, fig. 5). **hastata** Stein. L. 42,5 90 μ. R., hiver, en prof. (Pl. 21, fig. 6). **alata** Jörg. L. 45-47 μ. R., surface, hiver. (Pl. 21, fig. 7). **schütti** Murr. et Whit. L. 29-62 μ. R., tous niveaux. (Pl. 20, fig. 8). **caudata** Kent. L. 71-107 μ. CC., pér., en surface. (Pl. 21, fig. 9). **tripos** Gourret. L. 95-105 μ. C., pér., tous niveaux. (Pl. 21, fig. 10).

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
			schroederi Pav. L. 73 μ, La. 36 μ. C. été, automne. (Pl. 21, fig. 11). **fortii** Pavillard. L. 58-62 μ, La. 36-42 μ. AC., pérenn. (Pl. 21, fig. 12). **punctata** Jörg. L. 27 μ, La. 22 μ. AC., surface.
– Caractères morphologiques externes différents. 5			
5 Corps fondamentalement sphéroïdal, ovoïde ou ellipsoïdal, avec développement exagéré des collerettes en larges entonnoirs évasés et des ailerons.	Fam. des *ORNITHOCERCIDAE* Kof. et Skogs. Corps ellipsoïd. ou oval., épithèque très réduite, ceint. prépolaire. Épithèque cachée par 2 collerettes, souvent semblables, fortement développées en entonnoirs très évasés, dirigées vers le haut, réticulées et avec nervures, dont le nombre constitue caractère générique. Aileron gauche fortement développé, à bords sinueux ou anguleux, avec rayons rarement simples, le plus souvent sculptés ou réticulés. Formes relativement rares, de profondeur, souvent dans tubes digestifs de Thaliacés. 3 genres représentés dans la Méd.	g. Histioneis Stein. Corps sphéroïd. Collerette supér., avec nervures radiales, en entonnoir étroit, pédonculé à la base. Collerette infér. droite, presque cylindr., sans nervures radiales, mais avec 1 nervure basilaire. Aileron gauche très développé, parfois très long et contourné, avec 1 seul rayon supérieur. Esp. exotiques nombreuses, 13 sp. Méd.	**remora** Stein. L. 31-38 μ. R., en prof. (Pl. 21, fig. 13). **pavillardi** Rampi L. 80 μ. AR., hiver. (Pl. 21, fig. 14). **longicollis** Kof. L. 67,5 μ. AR. (Pl. 21, fig. 15). **expansa** Rampi L. 65 μ. AC., prof. **ligustica** Rampi. L. 57,5 μ. AR., hiver, en prof. **kofoidi** Forti et Issel. L. 108 μ. AR., prof.
		g. Parahistioneis Kof. et Skogsberg. Corps sphéroïd., thèque avec poroïdes. Collerette supér. en entonnoir étroit avec 1-14 nervures arborescentes; collerette infér. cylindr. en col droit, souvent fendue dorsalement et ventralement, sans nervure basale, mais avec nervures radiales, dont le nombre ne dépasse pas 6. Aileron gauche relativement petit, strié. 15 esp., 5 dans Méd.	**sphaeroidea** Rampi. L. 71 μ. AR., en prof. (Pl. 21, fig. 16). **mediterranea** Sch. L. 40-45 μ, La. 20-25 μ. Souvent dans les Salpes. **acutiformis** Rampi. L. 52 μ. R.
		g. Ornithocercus Stein. Forme du corps variable — arrondie, oviforme, ellipsoïd. Collerettes en entonnoirs évasés extrêmement développées. Collerette supér. avec 4-24 nervures, généralement simples, l'inférieure, moins haute,	**splendidus** Sch. L. 37,7-114 μ. R., été, en surface. (Pl. 21, fig. 17). **magnificus** Stein. L. 31,9-46,6 μ. AR., pér., tous niveaux. **heteroporus** Kof. L.

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		sans nervure basale, avec 6-24 nervures anastomosées, réticulées. Aileron droit petit, avec bord ventral libre. Aileron gauche très développé, arrondi ou quadrangul., avec 2-5 lobes, allant de la collerette infér. jusqu'à l'antapex. Phaeosomes dans excavations du corps. 5 sp. Méd.	27,4-34 μ. AR., hiver, en surface. **quadratus** Sch. L. 114 μ. R.
– Forme du corps non sphéroïdale. 6			
6 Corps, vu du côté droit, en C épais, avec ouverture dorsale.	Fam. des *CITHARISTIDAE* Kof. et Skogsb. Corps en C épais, avec antapex arrondi et 1 ouverture sur le côté dorsal, donnant accès à une cavité, extérieure au corps, contenant des phaeosomes. Collerette supér. en entonnoir étroit avec 5-13 nervures sur chaque côté. Collerette infér. très basse, avec 10-11 nervures. Aileron droit petit, le gauche, ventral, plus développé, avec nervures. 1 seul genre.	g. CITHARISTES Stein. Caractères de la fam. 1 esp. Méd.	**regius** Stein. L. 38,2-43 μ. R., pérennant. (Pl. 21, fig. 18).
– Corps allongé ou très allongé, en baguette droite ou tordue, extrémité antapicale simple, entière, ou diversement divisée.	Fam. des *AMPHISOLENIIDAE* Kof. et Skogsb. Corps allongé ou très allongé, dans lequel on distingue, avec Kofoid, 5 parties : tête (épithèque), cou, apophyse ou le prolongement antérieur, partie moyenne, généralement renflée et comprimée latéralement, contenant noyau, et partie antapicale (4 dernières correspondent à l'hypothèque). Ceint. apicale, très petite, oblique. Collerette supér. dressée, fendue ventralement; infér. presque plane, toutes les 2 avec nervures. Cou allongé, cylindr., porte 1 court sillon longitudin. s'étendant de la ceint. jusqu'à l'apophyse, plus large que cou, et qui passe, en s'élargissant, en partie moyenne renflée. Partie anata-	g. AMPHISOLENIA Stein. Partie antapicale soit entière jusqu'au bout, soit diversement dentelée ou même ramifiée tout à fait à l'antapex. 7 esp. Méd. g. TRIPOSOLENIA Kofoid. Corps d'apparence tripartite, composé de la tête, du cou avec apophyse, et de la partie moyenne, cette dernière se bifurquant en 2 cornes antapicales arquées. 3 esp. Méd.	**inflata** Murr. et Whitt. L. 143-233 μ, AR. (Pl. 21, fig. 19). **spinulosa** Kofoid R. surface. (Pl. 21, fig. 20, A-C). **bidentata** Schröd. L. 716-990 μ. AC., hiver en surface, en été en prof. **extensa** Kofoid. L. 1292-1520 μ. R., en Décembre. **palmata** Stein. L. 565-810 μ. R. Déc.-Janv., en surface. **truncata** Kofoid. L. 109-145 μ. RR. en, prof. (Pl. 21, fig. 21). **bicornis** Kofoid. R., en profondeur (Pl. 21, fig. 22). **depressa** Kofoid. L. 92-122 μ. R., en prof. (Pl. 21, fig. 23).

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	picale soit entière ou divisée, à son extrémité seulement, en 2-3, ou plusieurs, branches, soit représentée par 2 cornes antapicales, venant immédiatement à la suite de la partie moyenne. Ailerons peu développés, généralement sans nervures. Thèque unie, rarement réticulée. Formes surtout exotiques et de profondeur.		
	2 g., représentés dans Méd.		
7 Din. sans stades parasites dans leur cycle évolutif 8			
– Din., dont les stades végétatifs, non mobiles, sont ecto - ou endoparasites 30			
8 Din. de morphologie diverse, nus ou cuirassés, mobiles à l'état végétatif 9			
– Din. nus, aberrants, d'apparence kystique à structure protococcoïdale, non mobiles à l'état végétatif 34			
9 Din. nus, isolés ou coloniaux ... 10			
– Din. isolés, protégés par 1 cuirasse avec champs parfois difficiles à déceler, le plus souvent avec plaques bien distinctes 17			
10 Din. nus isolés.. 11			
— Din. nus coloniaux.......... 16			
11 Pas d'éléments squelettiques internes 12			

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
12 Éléments squelettiques internes présents 14			
12 Din. nus typiques, avec sillons généralement nets 13			
– Din. nus, dégradés, fortement animalisés, avec sillons peu nets, rudimentaires ou absents, typiquement avec tentacules 15			
13 Din. nus, typiques, sans thèque ni pellicule isolable, parfois avec stigma, mais sans ocelles ni tentacules.	Ordre des **GYMNODIALES** Lindemann. Fam. des *GYMNODINIDAE* Bergh. Fam. provisoire, réunissant Din. nus avec tabulation primitive, apparente ou décelable par imprégnation argentique, très labiles et déformables par la fixation. Caractères génériques sont basés actuellement uniquement sur la disposition des sillons, nettement marqués sur le corps. 6 g. sont représentés dans Méd.	g. PROTODINIUM Lohmann. Din. très petits, obtenus surtout par centrifugation. Corps oviforme ou ellipt. 2 sillons en gouttières, sans bords nettement accusés. Stigma chez 1 esp. 2 esp. Méd.	**neapolitanum** Schiller. L. 30-35 µ. (Pl. 22, fig. 1).
		g. AMPHIDINIUM Cl. et L. Corps arrondi, oviforme ou allongé, membrane soit unie, soit striée ou plissée. 2 séries d'espèces : les unes symétriques avec ceinture à peine spiralée, les autres asymétriques, avec ceint. très *antérieure,* délimitant l'épisome plus petit que l'hyposome, parfois réduit à une sorte de bouton. Sillon longitudin. se prolonge de la ceint. sur tout le corps jusqu'à l'antapex. 14 esp. Méd.	**flagellans** Sch. L. 18-20 µ. (Pl. 22, fig. 2). **acutum** Lohmann. L. 23-25 µ. **crassum** Lohm. L. 27 µ. **globosum** Schr. L. 8-9 µ. CC. **stigmatum** Sch. avec 1 stigma. L. 24-26 µ.
		g. TORODINIUM Kof. et Sw. Corps allongé, l'épisome plusieurs fois plus volumineux que l'hyposome très réduit, car la ceint., presque fermée, oblique, est très *postérieure.* Sillon longitudin., avec lacet apical, va de l'apex à l'antapex. Noyau médian très allongé. 2 esp. Méd.	**robustum** K. et Sw. L. 67-75 µ. (Pl. 22, fig. 3). **teredo** (Pouchet) Kof. et Sw. L. 100-113 µ.
		g. GYMNODINIUM Stein. Corps fondamentalement ova-	**herbaceum** Kof. L. 55 µ. (Pl. 22, fig. 4).

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		laire ou allongé, ceint. soit équatoriale presque fermée, soit hélicoïdale ouverte, la distance entre ses 2 extrémités *ne dépassant jamais 1/5* de la longueur totale du corps. Surface unie, lisse, striée ou avec crêtes. Division binaire longitudinale oblique. Kystes fréquents. 21 esp. Méd.	**heterostriatum** Kof. et Sw. L. 66-85 µ. **cucumis** Schütt. L. 211 µ. **diploconus** Sch. L. 57-80 µ. **fusus** Schütt. L. 45-65 µ. **gleba** Schütt. L. 80-126 µ. **rhomboides** Schütt. L. 30-46 µ.
		g. GYRODINIUM Kof. et Sw. Forme du corps variable — ovalaire, allongée, etc.; surface unie ou striée, argyrome décelé chez plusieurs espèces. Ceint. toujours hélicoïdale, faisant 1/2 ou 1 tour, la distance entre ses 2 extrémités *toujours supérieure* au 1/5 de la longueur du corps. Sillon longitudin. allant de l'apex à l'antapex, légèrement tordu dans sa partie antapicale, la torsion étant inférieure à la moitié du diamètre du corps. Kystes fréquents. 5 esp. Méd. les plus communes.	**contortum** Schütt. L. 111-134 µ. (Pl. 22, fig. 5). **crassum** (Pouchet) K. et Sw. L. 120-200 µ. (Pl. 22, fig. 6). **falcatum** K. et Sw. L. 121 µ. **acutum** (Schütt) K. et Sw. L. 143 µ. **pavillardi** Biecheler. L. 25-60 µ, La. 25-45 µ. (Pl. 19, fig. 12).
		g. COCHLODINIUM Schütt. Corps nettement tordu, ainsi que les sillons. Ceint. fait de 1 1/2 à 3 tours autour du corps, ses extrémités sont fortement décalées. Sillon longitudin., souvent avec 1 lacet apical et 1 antapical, est spiralé et fait de 1/2 à plusieurs tours. Surface généralement unie, plus rarement striée. Distinction spécifique d'après le nombre de tours des sillons. 9 esp. Méd. les plus communes.	**constrictum** (Schütt) Lemm. L. 90 µ. (Pl. 22, fig. 7). **strangulatum** Schütt. L. 198 µ. (Pl. 22, fig. 8). **archimedes** (Pouchet) Lemm. L. 76 µ. **brandti** Wolff. L. 56-108 µ. **geminatum** Sch. L. 47-75 µ. **schütti** K. et Sw. L. 51-74 µ.
— Din. nus typiques, de morphologie variable, parfois avec stigma, toujours avec ocelles et souvent avec tentacules.	Fam. des **WARNOWIIDAE** (Lindemann). Din. nus, avec 2 sillons généralement bien développés, souvent avec des tentacules plus ou moins rétractiles (pédicules), pourvus d'ocelles et parfois de cnidocystes. 4 genres Méd.	g. PROTOPSIS Kof. et Sw. Corps ovoïde ou allongé, sans tentacule. Ceint. hélicoïd. très ouverte, faisant 1 tour autour du corps. Sillon longitudin. à peu près droit de l'apex à l'antapex (type *Gymnodinium* avec ocelle). 3 esp. Méd.	**neapolitana** K. L. 50 µ. (Pl. 22, fig. 9). **elongata** Schill. L. 60-88 µ. **nigra** (Pouchet) K. et Sw. L. 74 µ.

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		g. NEMATODINIUM Kof. et Sw. Corps oviforme, sans tentacule. Ceint. fait 1 1/2 tours autour du corps, sillon longitudinal seulement 1 1/4 tours et se termine à l'antapex sur le côté dorsal. Ocelle composé généralement postérieur. Cnidocystes sans filaments dévaginables. 1 esp. Méd.	**armatum** (Dogiel) Kof. et Sw. L. 28 µ. (Pl. 22, fig. 10).
		g. WARNOWIA Lindemann (= POUCHETIA Kofoid). Corps allongé ou ovalaire, sans tentacule, organisation du type *Cochlodinium*. Ceint. hélicoïd. fait de 1 à 2 tours autour du corps; sillon longitudin., spiralé, de 1/4 à 1 3/4 tours avec lacet apical de 1 1/2 tours. Ocelle composé à gauche du sillon longitudin., en voisinage du noyau. Rare striation superficielle. 7 esp. Méd.	**fusus** (Schütt) Lind. L. 94 µ. (Pl. 22, fig. 11). **juno** (Schütt) Schill. L. 95-125 µ. **rosea** (Pouchet) K. et Sw. L. 44 µ. **schütti** (K. et Sw). L. 87 µ. **pulchra** Schiller. L. 95-100 µ. **dohrni** Zimm. L. 130 µ. **compacta** (Schütt). L. 91 µ.
		g. ERYTHROPSIS Hertwig. Corps sphéroïdal ou ellipsoïd., organisation du type *Amphidinium*. Ceint. fortement hélicoïdale fait 1 seul tour autour du corps et délimite la partie apicale-épisome, petit et aplati, n'ayant pas plus de 1/4 de la grosseur totale du corps. Sillon longitudin. se prolonge jusqu'à l'excavation antapicale, du centre de laquelle part un long tentacule postéroventral, contractile, se terminant souvent par 1 tête avec spicule ou stylet. Flag. longitudin. en voisinage du tentacule, parfois absent. Ocelle très gros, accolé sur le côté d'un corps pigmentaire rouge. 3 esp. Méd.	**pavillardi** K. et Sw. L. 82 µ. (Pl. 22, fig. 12). **agilis** Hertwig. L. 120 µ.
14 Din. nus, de forme diverse, avec éléments squelettiques internes.	Fam. des *GYMNOSCLEROTIDAE* Schiller. Fam. comprenant formes disparates, rares et peu con-	g. PLECTODINIUM Biech. Corps ovalaire, piriforme, apex effilé, antapex arrondi, cuticule avec stries méridiennes. Organisation du type	**nucleovolvatum** Biecheler. L. 120-150 µ, La. 50-60 µ. (Pl. 22, fig. 13, A-C).

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	nues, n'ayant de commun que la présence dans le cytoplasme d'éléments squelettiques internes, d'aspect et de nature variables suivant les espèces, ainsi que, dans quelques cas, de membranes périnucléaires, analogues à celles des capsules centrales des Radiolaires. Sillons diversement disposés, le longitudinal parfois régressé. 2 g. Méd. les plus communs.	*Gyrodinium*. Ceint. ouverte hélicoïd. Sillon longitudin. de la ceint. à l'antapex. Cinétide indépendante du noyau. Acicule siliceux en V renversé dans la partie apicale; membrane périnucléaire aréolée et ponctuée. 1 esp., surtout des eaux saumâtres (Étang de Thau).	
		g. GYMNASTER Schütt. Corps lenticulaire, ceint. équatoriale hélicoïd., sillon longitudin. courbé en S. Membrane élastique périnucléaire, formant une sorte de capsule centrale, aux 2 extrémités de laquelle sont situés, extérieurement, 2 spicules stelliformes siliceux à 5 branches. 1 esp. Méd.	**pentasterias** Schütt. L. 32-50 μ. R. (Pl. 22, fig. 14).
15 Din. fortement animalisés et dégradés, typiquement avec prolongements tentaculiformes.			
1) Corps allongé, fusiforme, tentacules rudimentaires, non contractiles.	Famille des *PRONOCTILUCIDAE* Lebour. Prolongements tentaculiformes peu développés, rudimentaires, non mobiles. Sillons peu apparents ou absents. Flag. plus ou moins ventraux, à peu près filiformes. Fam. créée par Lebour pour 2 genres disparates, dont *Oxyrrhis* semble être plutôt un Gymnodinien. 2 g. Méd.	g. PRONOCTILUCA Fabre-Domergue. Corps allongé fusiforme, tentacule apical coudé, non mobile; les 2 sillons peu apparents. Membrane ponctuée; kystes fréquents. Position systématique incertaine, peut-être stade évolutif de Noctiluques. 2 esp. Méd., probablement synonymes.	**pelagica** Fabre-Domergue. L. 12-45 μ. (Pl. 22, fig. 15).
		g. OXYRRHIS Dujardin. Corps oviforme avec échancrure ventrale postérieure, sous laquelle existe 1 court lobule tentaculiforme, ni mobile, ni contractile, à gauche et à droite duquel sont implantés, respectivement, les flagelles, transversal et longitudinal. Au noyau est accolée centrosphère - blépharoplaste primaire, relié aux 2 blépharoplastes des flag. par rhizoplaste. 1 seule esp. cosmopolite.	**marina** Dujardin. L. 22-32 μ. Côtier, parmi des Algues, occasionnel dans plancton. (Pl. 22, fig. 16).

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
2) Corps soit typiquement sphéroïdal avec tentacule mobile bien développé, soit médusoïde ou velelliforme, sans tentacules.	Fam. des *NOCTILUCIDAE* Kent. Fam. artificielle, comprenant les formes disparates et aberrantes, très animalisées. De 6 genres seul g. NOCTILUCA répond à la définition de la fam. Les 2 autres g., rencontrés dans Méd., dont la nature péridinienne se révèle uniquement par la structure de leurs noyaux dinocaryons, n'en font partie que provisoirement, faute de savoir où les placer. 3 g. Méd.	g. NOCTILUCA Suriray. Corps sphéroïd., reniforme, côtés dorsal et ventral dissemblables. 1 tentacule ventral, long et contractile. En dessous de son insertion 1 court sillon longitudin. en fente, s'approfondissant en 1 cytostome rudimentaire, menant à la poche buccale. Lèvre gauche de ce sillon présente une crête ou dent, interprétée comme flag. ondulant. Flag. longitudin. très court, sillon transversal rudimentaire. Dorsalement 1 organe protecteur-auget axial, différenciation de la membrane. Dinocaryon au milieu de la masse cytoplasm. centrale, qui envoie des trabécules à travers le corps. Multiplication par division binaire longitudin. et par sporulation, ressemblant au perlage des Sporozoaires. Zoospores uniflagellées, avec sillon longitudin. et demi-ceint., copulent et forment des zygotes. Phosphorescent. 1 seule esp. Méd.	**miliaria** Surir. D. 200-1200 μ, RR. sur les côtes françaises métropolitaines, C. à Alger. (Pl. 22, fig. 17, A, B).
		g. LEPTODISCUS R. Hertwig. Corps en forme d'une calotte mince, avec noyau central et bouche excentrique tubulaire. 1 seul flag. longitudin., pas de sillons, ni de tentacules. Déplacements par contraction, comme une méduse. 1 seule sp. Méd.	**medusoides** Hertw. R., Messine. (Pl. 23, fig. 1, A, B).
		g. KOFOIDINIUM Pavillard. Corps asymétrique, avec 1 voile semi-circulaire, à stries rayonnantes. 1 seule esp. Méd.	**velelloides** Pavill. L. 325-335 μ. R., en profondeur. (Pl. 23, fig. 2).
16 Din. coloniaux, temporaires ou permanents, sans stigma, ocelles ni tentacules.	Fam. des *POLYKRIKIDAE*, Kof. et Swezy. Fam. réunit Din. nus soudés en chaînes linéaires (somatelles) par suite des divisions binaires inachevées. Somatelles peuvent comprendre de 2 à 16 noyaux et être per-	g. POLYKRIKOS Bütschli. Caractères de la famille. 2 esp. planctoniques dans Méd.	**barnegatensis** Martin (= *hartmanni* Zimmermann). L. de la somatelle 80-120 μ. (Pl. 22, fig. 18). **schwartzi** Bütschli. L. d'une somatelle de 8 individus : 140 μ.

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	manentes ou se dissocier en certaines conditions. A chaque noyau est annexée une cinétide double, de sorte qu'une somatelle à 4 noyaux, cas le plus fréquent, possède 8 flag. transversaux et 8 longitudinaux. Ceintures faiblement spiralées, sillons longitudin. réunis de l'apex à l'antapex en 1 ligne confuse. Ont été décrits chez eux : chondriome, trichites, cinétides, cnidocystes à filaments spiralés dévaginables, argyromes; essentiellement holozoïques, certaines esp. ont des chromoplastes. 2 g., 1 dans Méd.		
17 Din. cuirassés mal connus, dont la coque comprimée perpendiculairement au sillon longitudin. paraît ne pas être constituée par des plaques distinctes.	Ordre des **PERIDINIALES** Schütt. Fam. des *PTYCHODISCIDAE* Lemmermann. Fam. provisoire, sans diagnose précise, formes mal connues. Coques généralement basses, comprimées perpendiculairement au sillon longitudin., avec ceint. nette, divisant corps en épithèque et hypothèque. Tabulation non établie, plaques distinctes semblent manquer. 1 g. Méd.	g. Ptychodiscus Stein. Coque basse, 2 sillons très nets. Épithèque hémisphérique avec 1 carène dirigée en avant. 1 esp. Méd.	**inflatus** Pavill. L. avec carène 30 µ, La. 75-100 µ. (Pl. 23, fig. 3).
— Din. cuirassés ayant coques avec champs ou plaques distinctes, mais difficiles à observer. 18			
18 Din. cuirassés gymnodiniformes avec coques, dont la tabulation primitive, rappelant celle de Gymnodiniens, n'est pas décelable qu'à l'aide de technique appropriée.	Fam. des *GLENODINIOPSIDAE* Schiller. Thèques arrondies, oviformes ou en lentilles biconvexes, sillons apparents, ceint. parfois incomplète. Tabulation, sous forme des champs ou plaques individualisées, très variable, souvent dans la même espèce : 2'-9', 0a-4a, 6''-12'', 5'''-12''', 1''''-2'''', Op-2p. 2 g. Méd.	g. Hemidinium Stein. Thèque elliptique, asymétrique, plus ou moins comprimée dorsiventralement, surface finement striée. Ceint. hélicoïd. senestre incomplète, sur la moitié du corps. Sillon longitudin. se prolonge jusqu'à l'antapex. 1 esp. Méd.	**mediterraneum** Schiller. L. 25-28 µ, La. 18-21 µ. (Pl. 23, fig. 4).
		g. Pyrophacus Stein. Thèque basse, en lentille biconvexe. Tabulation vari-	**horologium**, var. *steini* Schiller. L. 40-60 µ, La. 90-235 µ.

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		able, suivant les variétés : 5′-7′, 0 a, 9″ - 12″, 9‴ - 12‴, 3⁗-4⁗. Sporulation (?), avec 4-8 dinospores sous thèque, observée. 1 esp. Méd.	C., pér., à tous niveaux. (Pl. 23, fig. 5, A, B).
— Din. cuirassés gymnodiniformes avec tabulation plus nette 19			
19 Din. cuirassés gymnodiniformes ayant thèques avec plaques bien individualisées, mais difficiles à déceler *in vivo*.	Fam. des *GLENODINIDAE* Lemmermann. Fam. provisoire, dans laquelle Schiller range tous les Din. cuirassés ayant au plus 1 seule plaque accessoire antérieure, 1 a. Thèque sphéroïdale ou oviforme, avec tabulation : 9′-5′, 0a-1a, 6″-7″, 5‴, 2⁗. Ceint. équatoriale, presque fermée. Stigma souvent présents. Division binaire transversale suivant la ceinture. Sporulation (?) avec 2 dinospores observée. 2 g. Méd.	g. GLENODINIUM Stein. Genre hétérogène, à démembrer. Tabulation d'espèces décrites, pas toutes bonnes, est celle de la famille. Nombreuses variétés.	**obliquum** Pouchet (insuffisamment décrit).
		g. DIPLOPSALIS Bergh. Thèque lenticulaire, épithèque et hypothèque semblables. Sur l'épithèque petit bouton apical avec pore, sur l'hypothèque petite carène hyaline provenant du côté gauche du sillon longitudinal. Surface finement ponctuée. Tabulation : 3′, 1 a, 6″, 5‴, 1⁗. Sporulation, avec 2 zoospores, a été observée. 1 esp. Méd.	**lenticula** Bergh. L. 29-75 μ, La. 33-155 μ. AR., isolé. (Pl. 23, fig. 6, A, B).
— Din. cuirassés avec plaques nettement apparentes 20			
20 Din. cuirassés typiques, de forme très diverse, chez lesquels le sillon longitudinal s'étend *seulement sur l'hypothèque, sans* structures sculpturales superficielles particulières.	Fam. des *PERIDINIDAE* Sav. Kent. Thèques de forme variable : sphériques, oviformes, ellipsoïdales, biconiques ou allongées polyédriques. A l'apex 1 petit prolongement effilé ou 1 corne, avec ou sans pore apical. Ceint. médiane circulaire, dextre ou senestre; sillon longitudinal ne dépassant guère hypothèque, avec ou sans ailerons. Hypothèque sans ou avec 1-2 spicules, souvent aliformes, parfois avec 2 cornes, remplies de cytoplasme. Tabulation : 4′,2 a-3 a, 7″, 5‴, 2⁗, 3 g-6 g. Nombre de plaques sur hypothèque au plus 14. 1 seul g. Méd.	g. PERIDINIUM Ehrenb. Caractères de la famille. De 600 esp. décrites 1/3 seulement paraît valable, les autres ne sont que des variétés Esp. certaines ont été réparties par Paulsen et Jörgensen en 8 sections d'après la tabulation et surtout les formes de la plaque rhomboïdale 1′ et de la plaque intercalaire antérieure médiane 2 a, lesquelles, toutes les 2, peuvent avoir 4, 5 ou 6 côtés (Pl. 23, fig. 7). Elles sont dites, respectivement : pour 1′ — ortho, para et meta, et pour 2 a : tetra, penta et hexa. Une espèce de *Peridinium* peut être désignée ainsi : *Peridinium* ortho penta. Par-	

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		mi 8 sections 3 sont ortho, 2 para et 3 meta; les qualificatifs tetra, penta et hexa sont réservés aux caractères spécifiques secondaires.	
		1. Sect. *tabulata* Jörg. Thèques plus ou moins arrondies, sans cornes ni spicules, ou avec, très réduits. Ortho; quadra, penta, hexa. 3 a ou 2 a.	**excentricum** Paulsen. L. 36 µ, La. 45-60 µ. (Pl. 23, fig. 8).
		2. Sect. *piriformia* Jörg. Thèque sans corne apicale, mais généralement avec 2 spic. antapicaux. Ceint. dextre. Meta; penta, plus rarement quadra ou hexa.	**globulus** Stein, var. *quarnerense* Schröder. L. 50-75 µ. La. 42-110 µ. (Pl. 23, fig. 9). AR., pér. surface. **grani** Ostenf., var. **mite** Pavillard. L. 40-55 µ. AC., été. (Pl. 23, fig. 10). **steini** Jörg., var. *mediterranea* Kof. L. 39-88 µ, La. 22-40 µ. CC., pér., surface. (Pl. 23, fig. 11). **longicollis** Pav. L. 135 µ, La. 45 µ. AC., hiver, surface. **minusculum** Pav. L. 25-35 µ, La. 19 µ. **piriforme** Paulsen L. 42-70 µ, La. 32-60 µ. AC., pér.
		3. Sect. *humilia* Jörg. Caractères de *piriformia*, mais : meta; quadra.	**breve** Paulsen. L. 30-75 µ. Très variable. (Pl. 23, fig. 12).
		4 Sect. *pellucida* Jörg. Thèque sans corne apicale, mais avec 2-3 spicules antapicaux. Ceint. dextre. Para; hexa, plus rarement penta ou quadra; parfois meta, hexa.	**diabolus** Cleve (= **formosum** Pav.) L. 85-180 µ, La. 35-75 µ. C., pér., été, surface. (Pl. 23, fig. 13). **ovum** Schill. L. 40-50 µ, La. 38-44 µ. AC., pér. **pellucidum** (Bergh) Schiller. L. 36-70 µ. La. 30-68 µ. AC., pér., en surface. (Pl. 23, fig. 14). **pallidum** Ostenf. L. 62-96 µ, La. 40-72 µ. AR., été.

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
			curvipes Ostenf. L. 44-52 µ, La. 44-46 µ. R., hiver, surface. **tenuissimum** Kof. L. 45-50 µ, La. 25-28 µ. R. en surface.
		5. Sect. *paradivergentia* Jörg. 2 cornes creuses antapicales; ceint. dextre ou circulaire. Para; quadra ou hexa.	**solidicorne** Mangin. L. 70-114 µ, La. 50-87 µ. R., en été. **spiniferum** Schill. L. 90-100 µ, La. 65-70 µ. R.
		6. Sect. *divergentia* Jörg. 1-2 cornes antapicales creuses. Ceinture dextre ou circulaire. Meta; quadra, plus rarement penta.	**brochi** Kof. et Sw. Très variable. CC., pér., surface. (Pl. 23, fig. 15). **crassipes** Kofoid. L. 80-118 µ, La. 67-109 µ. CC., pér., surface. (Pl. 23, fig. 16). **divergens** Ehrenb. L. 80-84 µ. AC., été. (Pl. 23, fig. 17).
		7. Sect. *conica* Jörg. Pas de corne apicale, le plus souvent avec 2 cornes anatapical. creuses. Ceint. circulaire ou senestre. Ortho; hexa, plus rarement penta ou quadra.	**conicum** (Gran) Ost. Nombr. variétés. L. 70-80 µ. AC., pér. (Pl. 23, fig. 18). **leonis** Pavillard. L. 65-95 µ, La. 75-80 µ. Pér., AC. hiver, R. été. (Pl. 23, fig. 19). **pentagonum** Gran. L. et La. 75-100 µ. R. **subinerme** Paulsen. L. 50-75 µ, La. 58-60 µ. RR.
		8. Sect. *oceanica* Jörg. Corne apicale et 2 cornes anatapic. creuses. Ceint. senestre. Ortho, exceptionnellement meta; quadra, plus rarement penta ou hexa.	**depressum** Bailley. L. 116-200 µ, La. 75-153 µ. Pér., commun au printemps. (Pl. 23, fig. 20). **paulseni** Pavill. L. 45-50 µ, La. 33-35 µ. AR., surface. (Pl. 23, fig. 21). **oblongum** Cleve. C. en été. **grande** Kofoid. AR., en été, en profondeur.
— Din. cuirassés de forme variable, thèques avec sculptures superficielles diverses. 21			

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
21 Thèques avec sculptures superficielles généralement non exagérées. Sillon longitudinal *se prolonge* dans une forte excavation longitudinale *de l'épithèque.*	Fam. des *GONIAULACIDAE* Lindemann. Sculptures superficielles des thèques, sauf quelques rares formes, sans exhubérance excessive. En plus du sillon longitudinal, allant de l'apex à l'antapex, est caractéristique un pore ventral particulier. 3 g. dans Méd.	g. Goniaulax Diesing. Thèques de formes diverses, souvent en fuseaux. Surface avec pores, aréoles, réseaux, dans 1 forme des prolongements. Ceint. équator. presque fermée, sillon longitudin. avec 1 plaque infér., 4 moyennes et, le plus souvent, 1 supér., qui semble prolonger le sillon jusqu'à l'apex. Tabulation variable : $3'$-$6'$; 0 a-4 a, $6''$, 6 g, $6'''$, $1''''$, 1 p. Pore ventral caractéristique, situé à droite de la $1'$, sur sa suture avec $3'$. Plan de division passe par la moitié de chaque valve. Formation de chaînes observée. Nombr. esp., 24 Méd.	**digitale** (Pouchet). Kof. L. 50-75 µ, La. 34-50 µ. AC., pér. printemps - été, en surface. (Pl. 24, fig. 1). **monacantha** Pavill. L. 45-80 µ, La. 34-60 µ. R., isolé. (Pl. 24, fig. 2). **polyedra** Stein. L. 48 µ, La. 41 µ. AR., pér., Vénéneuse. (Pl. 24, fig. 3). **polygramma** Stein. L. 42-75 µ, La. 38-48 µ. CC, au printemps en surface. (Pl. 24, fig. 4). **ceratocoroides** Kof. L. 53-70 µ, Ls. 47-60 µ. RR., surface. (Pl. 24, fig. 5). **birostris** Stein. L. 130 µ, La. 40 µ. C. hiver, en surface. (Pl. 24, fig. 6). **kofoidi** Pavillard. L. 100-110 µ, La. 62-65 µ. AR., pér. hiver, surface, été prof. **pacifica** Kofoid. L. 148-167 µ, La. 72-88 µ. AC., pér., hiver en surface. **turbynei** Murr. et Whitt. L. 32-47 µ, La. 26-37 µ. AR., pér., surface. **monospina** Rampi. 35 µ, La. 27 µ. AR., en hiver.
		g. Spiraulax Kofoid. Diffère du g. Goniaulax par l'absence du pore ventral; en outre, la plaque supér. du sillon longitudin. ne touche pas la plaque $1'$. Tabulation : $3'$, 1 a, $6''$, 6 g, $6'''$, $1''''$, 1 p. 1 esp. Méd.	**jollifei** (Murr. et Whitt.) Kofoid. L. 132 µ, La. 92 µ. CC., pér., surface, été-automne. (Pl. 24, fig. 7).
		g. Amphidoma Stein. Thèque biconique, avec extrémités effilées ou acuminées. Ceint. circulaire, fermée. Sillon longitudin. peu accusé.	**steini** Schiller., L. 34 µ, La. 30 µ. R., Côtes d'Afrique. (Pl. 24, fig. 8).

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		Surface unie, réticulée ou avec rangées de perles. Quelques esp. avec pore ventral. Tabulation : 6′, 0 a, 6″, 6 g, 6‴, 1⁗, 1 p. 1 esp. Méd.	
— Din. cuirassés, dont les thèques diversement sculptées et ornementées sont *sans sillon longitudin. sur épithèque* 22			
22 Cuirasses relativement minces . . 24			
— Cuirasses très épaisses avec sculptures superficielles bien développées, sans ou avec cornes . . 23			
23 Thèques oviformes ou sphéroïd., sans cornes; surface avec réseau de crêtes.	Fam. des *PROTOCERATIDAE* Lindemann. Thèques épaisses, avec réseau de fortes crêtes sur les sutures des plaques, difficiles à distinguer. Ceint. senestre, à peine ouverte. Pore apical présent ou absent. 2 g. Méd.	g. PROTOCERATIUM Bergh. Thèque arrondie - polyédrique, forte, réticulée, avec hautes crêtes, parfois spinuleuses, sans pore apical. Ceint. à peu près équator. Tabulation difficile à établir, variable : 1′-3′, 0 a, 6″, 6‴, 1⁗-3⁗, 0 p-1 p. 2 esp. Méd.	**reticulatum** (Cl. et L.) Bütschli. L. 30-53 μ, La. 30-45 μ. R., hiver, surface. (Pl. 24, fig. 9).
		g. PACHYDINIUM Pavill. Thèque oviforme, surface avec fortes crêtes; épithèque conique avec 1 large orifice apical. Ceint. senestre équator., pore flagell. près de son extrémité droite. Sillon longitudin. à peine indiqué. Tabulation : 3′, 5″, 5‴, 3⁗. 1 esp. Méd.	**mediterraneum** Pavillard. L. 105 μ. La. 85 μ. AC., hiver surface, semble endémique. (Pl. 24, fig. 10).
— Thèques très fortement ornementés, épithèque plus grande que hypothèque, pourvue de 1-2 cornes.	Fam. des *HETERODINIDAE* Kofoid. Thèques ayant aspect de *Peridinium*, mais très richement sculptées. Épithèque, avec pore apical et 1 fossette circul. ou reniforme sur un champ ventral lisse, est plus grosse que l'hypothèque car ceint. est postéquatoriale et	g. HETERODINIUM Kof. Thèque à peu près oval., légèrement asymétr., aplatie dorsiventralement, avec 2 cornes sur hypothèque. Surface avec pores et réseau. Tabulation : 3′, 1 a, 6″, 6 g-7 g, 7‴, 3⁗. 18 esp. Méd.	**richardi** Pavill. (= *scrippsi* Kof.) L. 135-145 μ, La. 70-80 μ. AR. en surface, plus C. en prof. été. (Pl. 24, fig. 11, 12). **de tonii** Rampi. L. 23, 5-40 μ, La. 18-35 μ. AC. en toutes saisons. (Pl. 24, fig. 13).

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	sa collerette inférieure est généralement peu développée. 2 épines ou 2 petites cornes sur l'hypothèque. 1 g. Méd.		**mediterraneum** Pavillard. L. 65 μ. AC., en hiver. (Pl. 24, fig. 15). **leiorhynchus** (Murr. et Whitt.) Kofoid. L. 95 μ, La. 62 μ. AC., pér. (Pl. 24, fig. 14). **milneri** (Murr. et Whitt.) Kofoid. L. 65 μ, La. 55 μ. AR. (Pl. 24, fig. 16). **crassipes** Schill. L. 100-140 μ, La. 70-80 μ. AC., surface. **globosum** Kofoid. L. 85-100 μ, La. 64-66 μ. AR., Méd. Occidentale. **kofoidi** Pavillard. R., hiver, en surface.
24 Thèques relativement minces, petites, triangul. ou fusiformes, caractérisées généralement par l'existence de 3 cornes : 1 apicale, parfois très réduite ou même absente, et 2 autres sur l'hypothèque.	Fam. des *CERATIDAE* Sch. Thèques concaves ventralement, convexes dorsalement, avec surface diversement ornementée : pores, réticulation, crêtes aliformes, etc. Ceint. à peu près médiane, circulaire ou légèrement spiralée, coupée sur le côté ventral par 1 excavation, encadrée par une sorte de porche. Côté gauche du porche représente le sillon longitudin., côté droit mène à 1 petit entonnoir, dans lequel se loge extrémité de la corne apicale du 2e individu, issu de la division binaire, en vue de la formation d'une chaîne. Tabulation de 16 plaques assez constante : 4′, 0 a, 5″, 5‴, 2⁗. Ceint. a 4 plaques, enfoncement ventral 3, très minces, (x, y, z), sillon longitudin. 2. Corne apic. se forme aux dépens des 4 plaques apic., la corne antapic. gauche, située sur les sutures, est formée par 2 plaques antapic., tandis que la droite, latérale, est faite aux dépens des plaques postéquatoriales.	g. CERATIUM Schrank. Caractères de la famille. Plus de 70 esp. décrites, ainsi que de nombreuses variétés saisonnières, dues principalement à l'action de la t°. Jörgensen divise le g. en 4 sous-genres.	
		1 s/g. ARCHAECERATIUM. Pas de corne apicale. Apex arrondi ou aigu; épithèque aplatie, 2 des plaques apicales très grandes et larges, soudées ou non intérieurement par 1 anneau.	**praelongum** (Lemm.) Kofoid. AC., ombrophile. (Pl. 25, fig. 1). **gravidum** Gourr. C., pér., à tous niveaux. (Pl. 25, fig. 2). **digitatum** Sch. C., hiver, en surface. (Pl. 25, fig. 3).
		2 s/g. BICERATIUM. 3 cornes présentes. Cornes antapic., aux extrémités fermées, dirigées vers le bas, parallèles entre elles ou divergentes, la droite plus petite que la gauche.	**candelabrum** Stein (Ehrenb.), nombr. variétés CC., pér., entre surface et 70 m. (Pl. 25, fig. 4). **furca** (Ehrbg.) Cl. et L. Très variable, CC., pér. (Pl. 25, fig. 5). **belone** Cleve. AR. en hiver à la surface, AC. en profondeur. (Pl. 25, fig. 6). **pentagonum** Gourret. Très variable. C., surtout hiver, en surface (Pl. 25, fig. 7).

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	1 seul g., largement représenté en Méd.		**teres** Kofoid. C., pér., hiver, surface. (Pl. 25, fig. 8). **setaceum** Jörg. AR., hiver, surface. (Pl. 25, fig. 9).
		3 s/g. AMPHICERATIUM. Formes petites, allongées, à peine aplaties dorsiventralement; épithèque et hypothèque à peu près de la même longueur. Corne antapic. droite plus ou moins rudimentaire, ou même absente; corne antapic. gauche et corne apic. fortement développées.	**inflatum** Kof. Jörg. AR., isolé. (Pl. 25, fig. 10). **longirostrum** Gourr. C., pér., (Pl. 25, fig. 11). **falcatum** Kofoid. Très variable, CC., pér., hiver. (Pl. 25, fig. 12). **fusus** (Ehr.) Dujardin. Nombr. variétés. C. en automne, hiver. Phosphorescent. (Pl. 25, fig. 13, A-D).
		4 s/g. EUCERATIUM. Thèques aplaties, concaves ventralement. 2 cornes antapic., rarement 1 seule, fermées ou ouvertes aux extrémités, parfois très longues, quelquefois aplaties aux bouts ou avec digitations, sont dirigées vers l'avant et peuvent être parallèles à la corne apic., appliquées à la thèque, ou diversement tordues autour de la corne apicale.	**contortum** (Gour.). Cleve. AR., entre 50-100 m. (Pl. 26, fig. 1). **concilians** Jörg. C., pér., surface. (Pl. 26, fig. 2). **symmetricum** Pavillard. C., pér., hiver. (Pl. 26, fig. 3). **arietinum** Cleve. AC., pér., ombrophile. (Pl. 26, fig. 4). **declinatum** Karsten (= *gracile* Pav.). CC., pér., surface. (Pl. 26, fig. 5). **azoricum** Cleve. AC., hiver, surface (Pl. 26, fig. 6). **limulus** Gourr. C. hiver en surface, plus R. en été. (Pl. 26, fig. 7). **platycorne** Dad. AR. en hiver, en surface, plus C. en prof. (Pl. 26, fig. 8, 9). **ranipes** Cleve. AC .en hiver, en surface; en été ombrophile. (Pl. 26, fig. 10). **longissimum** (Schröd.) Kofoid. R.,

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
			forme de prof. (Pl. 26, fig. 11).
			pavillardi Jörg. R., en hiver. (Pl. 26, fig. 12).
			hexacanthum Gour. (= *reticulatum* Pav.). AC., pér. en surface. (Pl. 26, fig. 13, 14).
			massiliense (Gourret) Jörg. (= *equatoriale* Schr.) Très variable, C., pér., été en surface. (Pl. 26, fig. 15).
			carriense Gour. Variable. CC., en été, surface (Pl. 26, fig. 16).
			macroceros (Ehr.) Cleve, var. *gallicum* (Kof.) Jörg. AC., pér., surface. (Pl. 26, fig. 17).
			contrarium (Gourret) Schiller. C., pér., surface. (Pl. 26, fig. 18).
			buceros Zacchar. *forma tenue* (Ost. et Schm.) Schill. C., hiver, surface (Pl. 26, fig. 19).
			buceros Zacchar. *forma claviger* (Kof.) Schiller. R., en hiver. (Pl. 26, fig. 20).
			tripos (Müller) Nitzsche. Très variable. C., pér., à tous niveaux. (Pl. 25, fig. 14).
			pulchellum Sch. C., pér., surface. (Pl. 25, fig. 15).
			karsteni Pavill. Très variable. C., pér., surface. (Pl. 25, fig. 16).
— Thèques d'une autre forme, non caractérisées par la présence de 3 cornes 25			

Clef pour familles		Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
25 Thèques symétriques plus ou moins allongées-biconiques.		Fam. des *CENTRODINIDAE* Kofoid. Partie moyenne de la thèque comprimée latéralement, prolongée en 1 corne apic. ouverte et en 1 corne antapicale, tordue spiralement. Ceint. médiane senestre; sillon longitudinal *uniquement sur hypothèque.* Tabulation : $2'$ (ou $4'$?), 0 a, $5''$, $5'''$, $4''''$, 1 p. 1 seul g., Méd.	g. Centrodinium Kofoid. Caractères de la fam. 4 esp. en Méd.	**complanatum** Kof. L. 300-400 μ, La. 75-80 μ. AC., automne, en surface. (Pl. 27, fig. 1). **intermedium** Pav. L. 180 μ, La. 80 μ. AR., endémique, au printemps, en surface et entre 0-70 m. de prof. **maximum** Pav. L. 157-405 μ. R., endémique, entre 0-70 m.
— Thèques non allongées	26			
26 Thèques sphéroïdales ou polyédriques.		Fam. des *GONIODOMIDAE* Lindemann. Cuirasse sphéroïd. ou polyédr. épaisse, surface avec aréoles, crêtes ou plis. Ceint. équator., sillon longitudin. large et court. 1 g. Méd.	g. Goniodoma Stein. Thèques sphéroïdales ou polyédr., apex nettement accusé avec pore apic., fermé par 1 plaque. Ceint. faite de plusieurs plaques. Tabulation : $3'$, $7''$, 6 g, $5'''$, $3''''$. Sporulation (?) observée par Schütt. 2 esp. Méd.	**polyédricum** Pouch. L. 48-60 μ, La. 52-68 μ. CC., surtout néritique, phosphorescent. (Pl. 27, fig. 2). **sphaericum** Murr. et Whitt. D. 35-50 μ. R., apparition irrégulière. (Pl. 27, fig. 3).
— Thèques non sphéroïdales ...	27			
27 Thèques en forme de vase, épithèque petite, aplatie, recouvrant hypothèque, haute et renflée, avec fortes épines.		Fam. des *CERATOCORYDAE* Stein. Thèque en forme de marmite un peu haute (hypothèque), recouverte par épithèque aplatie. Surface avec gros pores. Ceint. préapicale, presque fermée, dont les bords se prolongent en collerettes bien développées et presque horizontales. Antapex plus ou moins angulaire, portant 4-10 fortes épines, avec axes médians noyés dans expansions aliformes : 4 épines naissent sur plaques antapic., les autres sur les sutures des plaques postéquatoriales. Tabulation : $3'$, 1 a, $5''$, 8 g, $6'''$, $1''''$, 1 p. 1 seul g.	g. Ceratocorys Stein. Caractères de la fam. 4 esp. Méd.	**horrida** Stein. CC., pér., surface, été. (Pl. 27, fig. 4). **gourreti** Paulsen. L. 85-95 μ, sans épines. CC., en été, à la surface. (Pl. 27, fig. 5). **armata** (Schütt) Kofoid. AR., pér., hiver, en surface. **kofoidi** Paulsen. L. 115 μ. R., Méd. occident., automne.
— Thèques d'une autre forme....	28			

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
28 Thèques fusiformes ou en dérivant, le plus souvent asymétriques, plus rarement symétriques.	Fam. des *OXYTOXIDAE* Schütt. Thèques de forme variable, fondamentalement fusiformes et étroites, épaisses, avec aréoles et, parfois, des crêtes. Ceint. très nette, soit équatoriale, circulaire, soit reportée en haut, préapicale et spiralée. 1 seule plaque antapic. terminale, étirée en épine ou pointe. Tabulation insuffisamment connue. 2 g. Méd.	g. Pavillardinium de Toni (= Murrayella Kofoid). Thèque fusiforme, partie médiane plus ou moins renflée; pas de pore apical. Ceint. équatoriale, spiralée, sillon longitudin. sur les 2 parties de la thèque, mais n'atteignant pas l'apex. Surface sculptée. Tabulation : 2′-4′, 1 a, 6″, 5‴, 1⁗. 4 esp. Méd.	**intermedium** (Pav.) de Toni. L. 115 µ, La. 40-45 µ. AR., pér., hiver, surface (Pl. 27, fig. 6, 7). **biconicum** (Murr. et Whitt.) Pav. L. 188 µ R.
		g. Oxytoxum Stein. Thèques fusiformes, courtes ou allongées, souvent avec spicules aux extrémités. Épithèque conique, en bouton ou en mamelon, plus petite que l'hypothèque, car la ceinture est préapic., circul. ou spiralée. Sillon longitudin. soit seulement sur hypothèque, soit sur toute la thèque. Surface unie, ponctuée ou avec crêtes perlées. Tabulation supposée : 5′, 0 a, 5″, 5‴, 0 p, 1⁗. Plaques cingulaires (g) à peine connues. Nombr. esp. nanoplancton., obtenues par centrifugation. 40 esp. Méd.	**scolopax** Stein. L. 112 µ, La. 15 µ. AC., pér., surface. (Pl. 27, fig. 8, A, B). **constrictum** (Stein) Bütschli. L. 75 µ. C., surtout hiver. (Pl. 27, fig. 9). **reticulatum** (Stein) Schütt. L. 115-120 µ, AR., hiver, surface. (Pl. 27, fig. 10). **tesselatum** (Stein) Schütt. L. 58 µ. AC., pér. (Pl. 27, fig. 11). **elegans** Pavillard .L. 80 µ, La. 35-40 µ. AR., surtout en prof. (Pl. 27, fig. 12). **milneri** Murr. et Whitt. L. 126-131 µ. AR., pér., isolé. (Pl. 27, fig. 13). **sphaeroideum** Stein L. 39 µ. La. 29 µ. AC., pér., surface. **sceptrum** (Stein Schröder. L. 100 µ. R., en hiver, surf. **brunellii** Rampi. L. 52 µ, La. 40 µ. R., hiver, surface.
— Thèques non fusiformes 29			
29 Thèques sphéroïd. avec des prolongements spiculiformes simples ou ramifiés aux extrémités.	Fam. des *CLADOPYXIDAE* *sensu lato* Lindemann. Thèques sphéroïd., soit avec plaques distinctes, soit avec tabulation indistincte à l'observation directe. Sur toutes	g. Cladopyxis Stein. Thèques ovalaires ou oviformes, avec pore apic. Ceint. prééquatoriale. Sillon longitudin. parfois rudiment. Tabulation nette. Du milieu des plaques partent au maxi-	**brachiolatum** Stein. D., sans bras, 43 µ. R., pér., en profondeur. (Pl. 27, fig. 14). **caryophyllum** (Kof.) Pavillard. D., sans bras, 50 µ. R., prof.

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	les plaques, ou sur certaines seulement, sont implantés spicules ou bras, ramifiés ou non aux extrémités. Formes cuirassées avec tabulation : 4′, 0 a, 8″, 6‴, 2⁗. Formes avec tabulation indistincte et spic. simples ont été rangées par Deflandre dans un genre particulier MICRACANTHODINIUM, pour lequel il a créé famille spéciale des *HYSTRICHODINIDAE*. 2 g. Méd.	mum 10 bras canaliculés, divisés aux extrémités en 4 dents, réunies par palmettes hyalines. 2 esp. Méd.	
		g. MICRACANTHODINIUM Deflandre. Thèque sphéroïd., ceint. équatoriale ou subéquator., 9-12 spic. simples. Tabulation indistincte. 3 esp. Méd.	**setiferum** (Lohmann). D., sans spic., 12 µ. R., prof. (Pl. 27, fig. 15). **quadrispina** Pavill. Dimensions, sans spic., : L. 30-35 µ, La. 25 µ. R., surf. en hiver.
— Thèques soit piriformes, avec 1-2 prolongements antapic., soit ovalaire, sans prolongements.	Fam. des *PODOLAMPIDAE* Schütt. Thèques piriformes avec 1-2 prolongements antapic., étirées parfois en une corne apicale, ou ovoïd. sphéroïd., sans prolongements. Ceint. réduite, à peine marquée, ou absente. Sillon longitudin. indiqué seulement par 1 aileron. Tabulation apparente, mal définie dans quelques cas. 2 g. Méd.	g. PODOLAMPAS Stein. Thèques piriformes, légèrement aplaties dorsiventralement. Ceint. réduite à 1 ruban strié postéquator., séparant épithèque étirée en 1 corne apicale de l'hypothèque bien plus petite avec 1-2 prolongements aliformes antapic. Sillon longitudin. ne comprend qu'1 plaque avec fente flagell., dont le bord gauche se développe en 1 aileron, s'étendant jusque sur prolongement aliforme gauche. 1 pusule, assez grosse, entourée d'une couronne de petites, autour de l'orifice flagell. Tabulation : 2′, 1 a 6″, 3‴ 4⁗. 3 esp. Méd.	**bipes** Stein. L. 86-107 µ. C., pér., tous niveaux, hiver. (Pl. 27, fig. 16). **elegans** Schütt. L. 90 µ, La. 47 µ. C., pér., surface. (Pl. 27, fig. 17). **spinifer** Okamura. L. 90-115 µ. R., hiver, surtout été. (Pl. 27, fig. 18). **palmipes** Stein. L. 65 µ, La. 30 µ. AC., pér. (Pl. 27, fig. 19).
		g. BLEPHAROCYSTA Ehrenberg. Thèque ovalaire, pore apical recouvert d'1 plaque. Surface avec pores et striation verticale en 1 anneau équatorial entre plaques pré-et post - équatoriales. Ceint. absente. Sillon longitudin., souvent avec 2 plaques, indiqué par 1 aileron. 2 grosses pus. et 2 petites près de l'orifice flagell. Tabulation, mal connue, semble être : 2′, 1 a, 6″, 3‴, 3⁗. 3 esp. Méd.	**paulseni** Schiller. D. 50-65 µ. AC., en automne, hiver. Souvent dans Salpes. (Pl. 27, fig. 20). **splendor-maris** Ehr. L. 84 µ, La. 70 µ. AC., pér. **striata** Schütt. L. 54 µ, La. 40 µ. RR.
30 Din., dont les stades végétatifs (trophozoïtes),	Ordre des **BLASTODINIALES** Schiller.		

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
non mobiles, sont *ectoparasites* 31			
— Din. dont les stades végétatifs (trophozoïtes), non mobiles, sont *endoparasites* intestinaux, cœlomiques, etc. (principalement de Copépodes).. 32			
31 Din. ectoparasites de Salpes, Appendiculaires, Hydroméduses, Vers Annélides. Multiplication par divisions égales et répétées; *pas de palisporogénèse.*	Fam. des *OODINIDAE* Chatton. Trophozoïtes fixés sur l'hôte à l'aide d'un ou plusieurs tentacules avec ou sans rhizoïdes, pourvus ou non de chromoplastes. Multiplication par divisions répétées égales et totales après la séparation avec l'hôte. Dinospores gymnodiniformes. 2 g. Méd.	g. Oodinium Chatton. Corps sphéroïdal ou piriforme, pellicule décomposable en plaques par nitrate d'argent (argyrome); fixés sur l'hôte par pédicules soit étalés en disques, soit avec rhizoïdes en faisceaux, se prolongent par fibrilles à l'intérieur du corps. Cytoplasme avec lipochrome jaune ou rouge. Parasites se détachent de l'hôte, se divisent longitudinalement à plusieurs reprises et donnent des dinospores gymnodiniformes, qui recommencent le cycle. 4 esp. Méd.	**poucheti** Chatton. Sur *Oikopleura dioica.* (Pl. 28, fig. 1, 2). **amylaceum** Bargoni. Sur branchies de Salpes. (Pl. 28, fig. 3). **fritillariae** Chatt. Sur *Fritillaria pellucida.* (Pl. 27, fig. 4, A, B). *O. sp.* Dogiel. Sur *Alciope.*
		g. Protoodinium Hovasse. Corps globuleux, pellicule avec tabulation en facettes, décelable après traitement par nitrate d'argent. 2 sillons nets, chromoplastes et stigma rouge dans le cytoplasme. Se fixe dans la cavité sous-ombrellaire, ombrelle et velum de l'Hydroméduse *Lizzia blondina* au moyen d'1 prolongement tentaculiforme avec rhizoïdes périphériques, sortant de la base du sillon longitudin. Multiplication végétative; 3-4 divisions consécut. aboutissent à la formation de dinospores, se refixant sur l'hôte. 1 seule esp., Méd.	**chattoni** Hovasse. Sur Hydroméduse *Lizzia blondina.* (Pl. 28, fig. 5, A, B).
— Din. ectoparasites sur Appendiculaires ou épicellulaires sur les œufs de Co-	Fam. des *APODINIDAE* Chatton. Trophozoïtes monoénergides, avec ou sans pédicules, pourvus ou non de rhizoïdes.	g. Apodinium Chatt. Corps globuleux ou piriforme, fixé par 1 long pédoncule avec rhizoïdes en voisinage des spiracles de l'Appendicu-	**mycetoides** Chatton. Sur *Fritillaria pellucida.* (Pl. 28, fig. 6, A, B).

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
pépodes. *Multiplication par palisporogénèse*, dinospores gymnodiniformes.	Multiplication par palisporogénèse, c'est-à-dire avec division du corps en 2 parties : proxymale ou trophocyte, qui continue de croître, et distale ou gonocyte, qui se divise et forme des sporocytes. Le processus se poursuit par de nouvelles divisions successives du trophocyte et celles de nouveaux gonocytes. Les coques des sporocytes se rompent, en mettant en liberté les dinospores gymnodiniformes, et restent attachées béantes au pédicule. Nature des dinospores non élucidée. 3 g., Méd.	laire. Palisporogénèse donnant jusqu'à 5 générations successives de dinospores gymnodiniformes. 2 esp. Méd.	**rhizophorum** Chatt. Sur *Oikopleura cophocerca.*
		g. Parapodinium Chatton. Diffère d'*Apodinium* par absence des rhizoïdes. Son pédoncule court, rigide et plein, adhère à l'hôte par sa base élargie en disque. Sporulation non observée. 1 esp., Méd.	**stylipes** Chatton. Sur *Oikopleura dioica.* (Pl. 28, fig. 7).
		g. Chytriodinium Chatton. Jeune trophozoïte binucléé adhère aux œufs de divers Copépodes (chez 1 esp. se fixe par 1 rhizoïde), s'accroît et se divise en trophocyte et gonocyte. Dinospores gymnodiniformes se forment d'abord dans ce dernier, et ensuite dans le trophocyte. 3 esp. Méd.	**affine** Dogiel. (Pl. 28, fig. 8, A, B). **parasiticum** Dogiel. **roseum** Dogiel (avec 1 rhizoïde).
32 Din. endoparasites dans estomac des Copépodes, dont les trophozoïtes *binucléés*, entourés d'une pellicule avec ébauches des sillons, *contiennent* des *chromoplastes.*	Fam. des *BLASTODINIDAE* Chatton. Din. parasites internes, les moins évolués, mixotrophes, ayant conservé leurs chromoplastes. Trophozoïtes non fixés, sans pédoncules ni rhizoïdes, binucléés, se multiplient par voie endogène qui se fait par division binaire avec clivage oblique et peut produire jusqu'à 20 trophozoïtes isolés (formes grégaires). Multiplication endogène est généralement suivie par multiplication exogène, au moyen de palisporogénèse, avec différenciation du trophozoïte en trophocyte et gonocyte. Parasite est monoblastique quand gonocyte se résout sans tarder en sporocytes binucléés, qui sont évacués, subissent 2 divisions, et donnent des dinospores gymnodiniformes uninucléées. Il est polyblastique quand les sporocytes restent dans leurs gonocytes respec-	g. Blastodinium Chatton. Caractères de la fam. 13 esp. décrites par Chatton, présentent des différences morphologiques spécifiques minimes. Leur distinction est basée sur le caractère grégaire ou non des parasites, s'ils sont monoblastiques ou polyblastiques. Elle exige emploi des coupes et des préparations colorées.	**spinulosum** Chatton. Dans *Paracalanus parvus, Clausocalanus arcuicornis* et *furcatus.* (Pl. 28, fig. 9, A, B). **crassum** Chatton. Dans *Paracalanus parvus, Clausocalanus furcatus* et *arcuicornis, Calocalanus styliremis.* **oviforme** Chatton. Dans *Oithona similis, plumifera, nana.* **pruvoti** Chatton. Dans *Clausocalanus furcatus* et *arcuicornis.* **mangini** Chatton. Dans *Corycaeus rostratus*, var. *oncaea*, dans *Oncaea media.* **navicula** Chatton. Dans *Corycaeus venustus.* **elongatum** Chatton. Dans *Scolecithrix bradyi.*

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	valeur de gamètes, puisque dans certains cas on a pu observer leur copulation et la formation des zygotes. 3 g. Méd.	d'anisospores du type syndinien, ressemblant à celles de *Merodinium*. Copulation et la formation des zygotes ont été observées dans l'espèce *mesnili*. 4 esp. Méd.	**mesnili** Ch. et B. Dans *Cryptoperidinium foliaceum*.
		g. DUBOSCQUODINIUM Grassé. Parasites des Tintinnides. Stade jeune coccidiforme se divise en trophocyte et gamétocyte. Dans ce dernier, après 3 divisions successives, se forment 16 dinospores, dont la nature est restée inconnue. Après émission des dinospores trophocyte dégénère. 2 esp. Méd.	**collini** Grassé. Dans *Tintinnus fraxnoi*. **kofoidi** Grassé. Dans *Codonella campanula*.
		g. DUBOSCQUELLA Chatton. Position systématique de ce g. dans la fam. des *Coccidinidae* est douteuse, car son esp. type, *tintinnicola*, ne possède pas de dinocaryon et ses zoospores, dont Duboscq et Collin ont observé la copulation et la formation de zygotes, sont du type *Oxyrrhis* et non de vraies dinospores. Par contre, chez esp. *anisospora*, qui certainement n'est pas une *Duboscquella*, Grassé a signalé les dinospores du type de *Merodinium* et a observé leur copulation et formation de zygotes. 2 esp., Méd.	**tintinnicola** (Lohmann) Chatton. Dans divers Tintinnides. (Pl. 28, fig. 10, A-C). **anisospora** Grassé. Dans *Cyttarocylis sp.* (Pl. 28, fig. 11, A-D).
34 Din., dont les trophozoïtes non parasites, d'apparence soit kystique, soit lenticulaire, de structure protococcoïdale, non mobiles, flottent passivement dans le plancton.	Ordre des **DINOCOCCALES** Pascher. Fam. des *DINOCOCCIDAE* Pascher. Famille disparate, certains g. sont mal connus et leur cycle évolutif n'a pas été complètement élucidé. 2 g. pélagiques Méd.	g. PYROCYSTIS Murr. Stades végét. d'apparence kystique (kystes primaires, I), sphériques, fusiformes, en croissants. Cytoplasme jaune d'or, irradié en trabécules à travers les kystes. Multiplicat. soit par divisions en 2-4 kystes second. (II), qui, libérés, s'accroissent et redeviennent kystes I, soit par formation dans kystes II de 8 gymnospores, lesquelles, mises en liberté, peuvent	**pseudonoctiluca** Thomson. D. 500-800 μ. C., pér., surface. (Pl. 28, fig. 12, A-C). **lunula** Schütt. D. 80-150 μ. CC., pér., surf. (Pl. 28, fig. 13, A-C). **fusiformis** (Thoms.). Murray. D. 600-1600 μ. C., pér., surface. (Pl. 28, fig. 14). **elegans** Pavillard. D. du contour extérieur

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		s'enkyster (kyste III) et subir, sous kyste, 2 divisions. Vraie nature des gymnospores inconnue. Genre mal défini, car on a décrit comme esp. distinctes kystes II, ignorant leur provenance, et qu'en réalité il ne représente que stades évolutifs de divers Gymnodiniens.	de 200-300 μ. AR., semble pér. (Pl. 28, fig. 15).
		g. THAURILENS Pav. Corps en lentille biconvexe, polyédrique, les 6 angles se prolongeant en cornes courtes. Description insuffisante. 1 esp. Méd.	**denticulata** Pav. D. 14 μ. R., occasion. (Pl. 28, fig. 16, A, B).

INDICATIONS PRATIQUES

Les pêches de Dinoflagellés les plus productives se font généralement avec le petit filet au phytoplancton et sont exécutées, suivant les saisons, soit horizontalement à faible profondeur, soit verticalement dans les limites de l'épiplancton, de 0 à 200 m. La fixation du matériel récolté au Formol à 5% neutre est suffisante.

L'étude des Gymnodiniens, à cause de leur extrême labilité, se fait surtout *in vivo* ou avec l'application de la méthode de l'imprégnation argentique pour la mise en évidence de la tabulation primitive éventuelle. Quant aux Dinoflagellés cuirassés, leur détermination, basée sur le nombre et la forme des plaques des thèques, souvent malaisée, est facilitée par le traitement du matériel vivant ou fixé par une très faible solution de l'eau de Javel, qui dissocie les éléments du squelette.

Ouvrages à consulter

1952. BIECHELER, B. — Recherches sur les Péridiniens. — *Bull. Biol. France-Belgique*, Suppl. 36.

1920. CHATTON, E. — Les Péridiniens parasites. — *Arch. Zool. expér.*, T. 59.

1952. CHATTON, E. — Classe des Dinoflagellés ou Péridiniens. — *Traité de Zoologie* de Grassé, T. 1, fasc. 1.

1920-1923. JORGENSEN, E. — Mediterranean *Ceratia, Dinophysiaceae.* — *Rep. Dan. Oceanogr. Exped. 1908-1910 to the Mediterranean and adjacent Seas*, Vol. 11.

1921. KOFOID, Ch. and O. SWEZY. — The free-living unarmored *Dinoflagellata.* — *Mem. Univ. California*, Vol. 5.

1951. MARGALEF, R. — Ciclo annual del fitoplancton en la Costa N E de la Peninsula Iberica. — *Publ. Instit. Biologia Aplicada*, Barcelona, T. 9.

1950. MASSUTI, M. et R. MARGALEF. — Introducion al estudio del Plancton marino. Barcelona.

1937. PAVILLARD, J. — Les Péridiniens et Diatomées Pélagiques de la Mer de Monaco de 1907 à 1914. Observations générales et conclusions. — *Bull. Inst. Océanogr.* N° 738.

1951. RAMPI, L. — Ricerche sul fitoplancton del Mare Ligure. *Publ. Centro Talassogr. Tirreno*, N° 12.

1935. SCHILLER, J. — *Dinoflagellatae.* — *Rabenhorst's Kryptogamen Flora*, Vol. 10, 3e partie.

Explication des figures

Planche 19. DINOFLAGELLES. CARACTÈRES GÉNÉRAUX

Fig. 1. *Gymnodinium maguelonnense* Biech., *in vivo*, schémat., d'après Biecheler; fig. 2. *Gymnodinium maguelonnense* Biech., argyrome, d'après Biecheler; fig. 3. *Oodinium poucheti* Chatton. Tabulation du périplaste (argyrome), d'après Hovasse; fig. 4. *Peridinium divergens* Ehrbg. Bord d'une plaque avec bande intercalaire et suture, d'après Schütt; fig. 5. *Goniodoma acuminatum* Stein. Ceinture isolée, d'une pièce, d'après Schütt; fig. 6. *Peridinium pallidum* Ostenf. Tabulation : A-côté ventral, B-côté dorsal, d'après Peters; fig. 7. *Peridinium sp.* Tabulation : A-épithèque, B-hypothèque, d'après Kofoid; fig. 8. *Ceratium.* La cinétide, d'après Hall; fig. 9. *Peridinium divergens* Ehrbg. Appareil pusulaire, d'après Schütt; fig. 10. *Nematodinium armatum* (Dogiel). Coupe de l'ocelle, d'après Hovasse; fig. 11. *Peridinium gargantua* Biech. Formation d'un pseudopode préhensif dans la région sulcale (schémat.), d'après Biecheler; fig. 12. *Gyrodinium pavillardi* Biech. Ingestion dans la région sulcale d'un *Strombidium* (schémat.), d'après Biecheler; fig. 13. *Ceratium.* Division binaire, d'après Lauterborn : A-individu-mère, montrant la ligne de la séparation de la thèque; B, C-deux individus-fils avec thèques incomplètes; fig. 14. *Ceratium vultur.* Chaîne, d'après Kofoid.

Planche 20. DINOFLAGELLES ATHECATALES, THECATALES ET DINOPHYSIALES

Fig. 1. *Adinimonas oviforme* Schill., d'après Schiller; fig. 2. *Exuviella compressa* Ostenf., d'après Schiller; fig. 3. *Porella globulus* Schill., d'après Schiller; fig. 4. *Prorocentrum scutellum* Schill. Valve droite, d'après Schiller; fig. 5. *Prorocentrum micans* Ehrbg., d'après Lebour; fig. 6. *Cenchridium globosum* (Stein), d'après Schiller; fig. 7. *Cenchridium sphaerula* Ehrbg., d'après Schiller; fig. 8. *Pseudophalacroma nasutum* Stein, d'après Stein; fig. 9. *Phalacroma rotundatum* Kof. et Mich., d'après Schiller; fig. 10. *Phalacroma porodictyum* Stein, d'après Kof. et Skogsb.; fig. 11. *Phalacroma argus* Stein, d'après Kof. et Skogsb.; fig. 12. *Phalacroma cuneus* Schütt, d'après Kof. et Skogsb.; fig. 13. *Phalacroma acutum* (Schütt), d'après Schütt; fig. 14. *Phalacroma rapa* Stein, d'après Kof. et Skogsb.; fig. 15. *Phalacroma mitra* Schütt, d'après Murr. et Whitt.; fig. 16. *Phalacroma doryphorum* Stein, d'après Kof. et Skogsb.; fig. 17. *Phalacroma circumsutum* Karsten, d'après Kof. et Skogsb.; fig. 18. *Phalacroma reticulatum* Kofoid, d'après Kof. et Skogsb.; fig. 19. *Phalacroma parvulum* (Schütt), d'après Rampi.

Planche 21. DINOFLAGELLES DINOPHYSIALES

Fig. 1. *Dinophysis ovum* Schütt, d'après Lebour; fig. 2. *Dinophysis recurva* Kof. et Skogsb., d'après Lebour; fig. 3. *Dinophysis sphaerica* Stein, d'après Kof. et Skogsb.; fig. 4. *Dinophysis dens* Pav., d'après Pavillard; fig. 5. *Dinophysis acuta* Ehrbg., d'après Lebour; fig. 6. *Dinophysis hastata* Stein, d'après Kof. et Skogsb.; fig. 7. *Dinophysis alata* Jörg., d'après Böhm; fig. 8. *Dinophysis schütti* Murr. et Whitt., d'après Kof. et Skogsb.; fig. 9. *Dinophysis caudata* Kent, d'après Kof. et Skogsb.; fig. 10. *Dinophysis tripos* Gourret, d'après Jörg.; fig. 11, *Dinophysis schröderi* Pav., d'après Rampi; fig. 12. *Dinophysis forti* Pav., d'après Rampi; fig. 13. *Histioneis remora* Stein, d'après Jörg.; fig. 14. *Histioneis pavillardi* Rampi, d'après Rampi; fig. 15. *Histioneis longicollis* Kof., d'après Rampi; fig. 16. *Parahistioneis sphaeroidea* Rampi, d'après Rampi; fig. 17. *Ornithocercus splendidus* Schütt, d'après Murr. et Whitt.; fig. 18. *Citharistes regius* Stein, d'après Stein; fig. 19. *Amphisolenia inflata* Murr. et Whitt., d'après Kof. et Skogsb.; fig. 20. *Amphisolenia spinulosa* Kof. : A-entière, B-partie antérieure, C-extrémité terminale, d'après Kof.; fig. 21. *Triposolenia truncata* Kof., d'après Kof. et Skogsb.; fig. 22. *Triposolenia bicornis* Kof., d'après Kof. et Skogsb.; fig. 23. *Triposolenia depressa* Kof., d'après Kof. et Skogsb.

Planche 22. DINOFLAGELLES GYMNODIALES

Fig. 1. *Protodinium neapolitanum* Schill., *in vivo*, d'après Schiller; fig. 2. *Amphidinium flagellans* Schill., d'après Schill.; fig. 3. *Torodinium robustum* Kof. et Sw., d'après Lebour; fig. 4. *Gymnodinium herbaceum* Kof., d'après Kof. et Sw.; fig. 5. *Gyrodinium contortum* (Schütt), d'après Schiller; fig. 6. *Gyrodinium crassum* (Pouchet), d'après Lebour; fig. 7. *Cochlodinium constrictum* (Schütt), d'après Schiller; fig. 8. *Cochlodinium strangulatum* Schütt, d'après Schütt; fig. 9. *Protopsis neapolitanum* Kof., d'après Kofoid; fig. 10. *Nematodinium armatum* (Dogiel), d'après Kofoid; fig. 11. *Warnowia fusus* (Schütt), d'après Schütt; fig. 12. *Erythropsis pavillardi* Kof. et Skogsb., d'après Pavillard; fig. 13. *Plectodinium nucleovolvatum* Biech. : A-*in vivo*, B-acicule, C-membrane périnucléaire, d'après Biecheler; fig. 14. *Gymnaster pentasterias* Schütt. Vu par en dessous,

d'après Zimmermann; fig. 15. *Pronoctiluca pelagica* Fabre-Domergue, d'après Pavillard; fig. 16. *Oxyrrhis marina* Dujard., *in vivo*, d'après Hall; fig. 17. *Noctiluca miliaria* Surir. : A-aspect ventral, d'après Cienkowski, B-zoospore, d'après Praitje; fig. 18. *Polykrikos barnegatensis* Martin, d'après Zimmermann.

Planche 23. DINOFLAGELLES PTYCHODISCIDAE, GLENODINIDAE ET PERIDINIDAE

Fig. 1. *Leptodiscus medusoides* Hertw. : A-de face, B-de profil, d'après Hertw.; fig. 2. *Kofoidinium velelloides* Pav., d'après Pavillard; fig. 3. *Ptychodiscus inflatus* Pav., d'après Pavillard (après l'inversion de la thèque, suivant Paulsen); fig. 4. *Hemidinium mediterraneum* Schiller, d'après Schiller; fig. 5. *Pyrophacus horologium* Stein : A-vue latérale, B-vue par épivalve, d'après Meunier; fig. 6. *Diplopsalis lenticula* (Bergh), *forma asymmetrica* (Mangin) : A-aspect général, B-tabulation, d'après Lebour; fig. 7. Tableau synoptique des types des Péridiniens cuirassés, d'après Schiller : A-d'après plaque rhomboïdale 1′ : a-ortho, b-meta, c-para; B-d'après deuxième plaque intercalaire supérieure 2 a : a′-quadra, b′-hexa, c′-penta; fig. 8. *Peridinium excentricum* Paulsen, d'après Lebour; fig. 9. *Peridinium globulum* Stein, var. *quarnerense* Schiller, d'après Dangeard; fig. 10. *Peridinium grani, forma mite* Pavillard, d'après Lebour; fig. 11. *Peridinium steini* Jörg., var. *mediterranea* Kof., d'après Dangeard; fig. 12. *Peridinium breve* Paulsen. Vue latérale, d'après Paulsen; fig. 13. *Peridinium diabolus* Cleve, d'après Pavillard; fig. 14. *Peridinium pellucidum* (Bergh), d'après Lebour; fig. 15. *Peridinium brochi* Kof. et Sw., d'après Broch; fig. 16. *Peridinium crassipes* Kof., d'après Peters; fig. 17. *Peridinium divergens* Ehrbg., d'après Schiller; fig. 18. *Peridinium conicum* (Gran), d'après Schiller; fig. 19. *Peridinium leonis* Pav., d'après Pavillard; fig. 20. *Peridinium depressum* Bailey, d'après Lindemann; fig. 21. *Peridinium paulseni* Pav., d'après Pavillard.

Planche 24. DINOFLAGELLES GONIAULACIDAE, PROTOCERATIDAE, HETERODINIDAE

Fig. 1. *Goniaulax digitale* (Pouchet), d'après Kofoid; fig. 2. *Goniaulax monacantha* Pavillard, d'après Rampi; fig. 3. *Goniaulax polyedra* Stein, d'après Kofoid; fig. 4. *Goniaulax polygramma* Stein, d'après Kofoid; fig. 5. *Goniaulax ceratocoroides* Kof., d'après Murr. et Whitt.; fig. 6. *Goniaulax birostris* Stein, d'après Stein; fig. 7. *Spiraulax jollifei* Kof., d'après Kofoid; fig. 8. *Amphidoma steini* Schill., d'après Schiller; fig. 9. *Protoceratium reticulatum* (Cl. et L.), d'après Lebour; fig. 10. *Pachydinium mediterraneum* Pav., d'après Rampi; fig. 11. *Heterodinium richardi* Pav. Vu du côté dorsal, d'après Pavillard; fig. 12. *Heterodinium richardi* Pav. Tabulation du côté ventral, d'après Kofoid; fig. 13. *Heterodinium de tonii* Rampi, d'après Rampi; fig. 14. *Heterodinium leiorhynchus* (Murr. et Whitt.), d'après Rampi; fig. 15. *Heterodinium mediterraneum* Pav., d'après Rampi; fig. 16. *Heterodinium milneri* (Murr. et Whitt.), d'après Rampi.

Planche 25. DINOFLAGELLES CERATIDAE

Fig. 1. *Ceratium praelongum* (Lemm.), d'après Jörgensen; fig. 2. *C. gravidum* Gourret, d'après Jörgensen; fig. 3. *C. digitatum* Schütt, d'après Jörgensen; fig. 4. *C. candelabrum* (Ehrbg.) : A-*forma commune*, d'après Böhm, B-*forma curvatulum*, d'après Schiller; fig. 5. *C. furca* (Ehrenb.) : A-var. *berghia*, B-var. *eugramma*, d'après Jörgensen; fig. 6. *C. belone* Cleve, d'après Jörgensen; fig. 7. *C. pentagonum* Gourret, var. *robusta*, d'après Jörgensen; fig. 8. *C. teres* Kof., d'après Schiller; fig. 9. *C. setaceum* Jörg., d'après Jörgensen; fig. 10. *C. inflatum* (Kof.), d'après Böhm; fig. 11. *C. longirostrum* Gourret, d'après Jörgensen; fig. 12. *C. falcatum* (Kof.), d'après Jörgensen; fig. 13. *C. fusus* (Ehrbg.) : A-var. *seta*, B-var. *schütti*, C-chaîne de 2 individus, D-individu antapical de la chaîne, d'après Tschirn.; fig. 14. *C. tripos* (Müller) : A-côté ventral, B-côté dorsal; ligne scalariforme est celle de la séparation de la thèque pendant la division binaire; tabulation d'après Kofoid; fig. 15. *C. pulchellum* Schröder, d'après Jörgensen; fig. 16. *C. karsteni* Pav., d'après Schiller.

Planche 26. DINOFLAGELLES CERATIDAE

Fig. 1. *Ceratium contortum* (Gourret), d'après Böhm; fig. 2. *C. concilians* Jörg., d'après Schiller; fig. 3. *C. symmetricum* Pav., d'après Jörgensen; fig. 4. *C. arietinum* Cleve, *forma gracilentum*, d'après Jörgensen; fig. 5. *C. declinatum* Karsten, type, d'après Jörgensen; fig. 6. *C. azoricum* Cleve, d'après Jörgensen; fig. 7. *C. limulus* Gourret, d'après Böhm; fig. 8. *C. platycorne* Daday, *forma cuneatum*, d'après Böhm; fig. 9. *C. platycorne* Dad., *forma incisum* Jörg., d'après Rampi; fig. 10. *C. ranipes* Cleve, d'après Böhm; fig. 11. *C. longissimum* Schröder, d'après Jörgensen; fig. 12. *C. pavillardi* Jörg., d'après Jörg.; fig. 13. *C. hexanthum* Gourret, var. *spirale*, d'après Kofoid; fig. 14 A et 14 B. *C. hexacanthum* Gourret, var. *hiemale* Pav., d'après

Rampi; fig. 15. *C. massiliense* (Gourret), *forma macroceroides*, d'après Schiller; fig. 16. *C. carriense* Gourret, d'après Schiller; fig. 17. *C. macroceros* (Ehrbg.), var. *gallicum*, d'après Jörgensen; fig. 18. *C. contrarium* Gourret, d'après Schiller; fig. 19. *C. buceros* Zacchar., var. *tenue*, d'après Rampi; fig. 20. *C. buceros* Zacchar., var. *claviger* (Kof.), d'après Rampi.

Planche 27. DINOFLAGELLES CENTRODINIDAE, GONIODOMIDAE, CERATOCORYDAE, OXYTOXIDAE, CLADOPYXIDAE ET PODOLAMPIDAE

Fig. 1. *Centrodinium complanatum* (Cleve), d'après Böhm; fig. 2. *Goniodoma polyedricum* (Pouchet), d'après Stein; fig. 3. *Goniodoma sphaericum* Murr. et Whitt., d'après Schiller; fig. 4. *Ceratocorys horrida* Stein, d'après Stein; fig. 5. *Ceratocorys gourreti* Paulsen, d'après Murr. et Whitt.; fig. 6. *Pavillardinia intermedium* (Pav.), d'après Pavillard; fig. 7. *Pavillardinia intermedium* (Pav.) : tabulation, d'après Rampi; fig. 8. A et B. *Oxytoxum scolopax* Stein, d'après Stein; fig. 9. *Oxytoxum constrictum* (Stein), d'après Schiller; fig. 10. *Oxytoxum reticulatum* (Stein), d'après Stein; fig. 11. *Oxytoxum tesselatum* (Stein), d'après Rampi; fig. 12. *Oxytoxum elegans* Pav., d'après Pavillard; fig. 13. *Oxytoxum milneri* Murr. et Whitt., d'après Murr. et Whitt.; fig. 14. *Cladopyxis brachiolatum* (Stein), d'après Pavillard; fig. 15. *Micracanthodinium setiferum* (Lohm.), d'après Lohmann; fig. 16. *Podolampas bipes* Stein, d'après Stein; fig. 17. *Podolampas elegans* Schütt, d'après Schiller; fig. 18. *Podolampas spinifer* (Pav.), d'après Pavillard; fig. 19. *Podolampas palmipes* Stein, d'après Rampi; fig. 20. *Blepharocysta paulseni* Schiller, d'après Rampi.

Planche 28. DINOFLAGELLES BLASTODINIALES ET DINOCOCCALES

Fig. 1. *Oodinium poucheti* (Lemm.). A-3 jeunes parasites sur la queue d'*Oikopleura*, d'après Pouchet; B-dinospore, d'après Chatton; fig. 2. *Oodinium poucheti* (Lemm.) adulte, d'après Hovasse; fig. 3. *Oodinium amylaceum* (Bargoni), d'après Caullery; fig. 4. *Oodinium fritillariae* Chatt. A-stade jeune, avec rhizoïdes; B-stade âgé, avec disque adhésif, d'après Chatton; fig. 5. *Protoodinium chattoni* Hovasse : A-stadè jeune, à peine fixé, avec pédicule dégagé du tissu de l'hôte; B-stade adulte, fixé par son pédicule étalé, *in vivo*, d'après Hovasse; fig. 6. *Apodinium mycetoides* Chatt. A-stade jeune; B-palisporogénèse, d'après Chatton; fig. 7. *Parapodinium stylifer* Chatt. sur la queue d'*Oikopleura*, montrant début de palisporogénèse, d'après Chatton; fig. 8. *Chytriodinium affine* (Dogiel) : A-stade de 4, B-stade de 64, d'après Chatton; fig. 9. *Blastodinium spinulosum* Chatt. : A-*Paracalanus parvus* avec parasites; B-dinospore, d'après Chatton; fig. 10. *Duboscquella tintinnicola* (Lohm.) : A-5 parasites à l'intérieur de *Favella ehrenberghi;* B-gamète de face; C-gamète de profil, d'après Duboscq et Collin; fig. 11. *Duboscquella* (?) *anisospora* Grassé : A-parasite à l'intérieur d'un *Cyttarocyclis;* B-parasite retiré du corps du Tintinnide, montrant la striation cuticulaire; C-macrogamète; D-microgamète, *in vivo*, d'après Grassé; fig. 12. *Pyrocystis pseudonoctiluca* (Thompson) : A-C-3 stades de multiplication, d'après Murray; fig. 13. *Pyrocystis lunula* (Schütt) : A-kyste primaire; B-kyste secondaire; C-kyste secondaire avec 8 gymnospores, d'après Dogiel; fig. 14. *Pyrocystis fusiformis* (Thompson) avec 2 gymnospores, d'après Pavillard; fig. 13. *Pyrocystis elegans* Pav., d'après Rampi; fig. 16. *Thaurilens lenticulata* Pav. : A-de profil, B-de face, d'après Pavillard.

CHAPITRE XI

FORAMINIFERA

par

G. TRÉGOUBOFF

CARACTÈRES GÉNÉRAUX

Les Foraminifères sont des Rhizopodes essentiellement marins et n'ont que peu de représentants dans les eaux saumâtres ou douces. Ils sont principalement benthiques et habitent surtout dans les mers chaudes ou subtropicales, où ils vivent aux différentes profondeurs soit à l'état libre, vagile, soit fixés sur le substratum. On en connaît actuellement plus de 1.200 espèces, tant fossiles qu'actuelles, réparties entre 732 genres et 50 familles. Parmi les formes actuelles 26 espèces seulement se sont adaptées à la vie pélagique, dont une douzaine se rencontrent dans le plancton méditerranéen.

Quoique le cycle évolutif des formes planctoniques ne soit connu actuellement que d'une manière très fragmentaire, un bref exposé de l'organisation et de la biologie des Foraminifères benthiques est indispensable pour la compréhension des formes pélagiques.

MORPHOLOGIE EXTERNE

Squelette. — Le caractère essentiel des Foraminifères est la présence chez eux d'un squelette, appelé coquille ou test, dont la nature variable dépend de leur habitat. Toutefois, chez tous les Foraminifères, la base ou la trame des tests est chitinoïde, constituée par de l'hétéroprotéine, dite tectine, formant un fin réseau et contenant, dans le cas le plus répandu d'une coque calcaire, des globules de calcite. Dans d'autres cas le test peut être arénacé, résultant de l'agglomération à la surface de la pellicule chitinoïde de divers éléments étrangers, tels que les grains de sable, les spicules divers, les petites coques vides, etc.; enfin, exceptionnellement, les coques sont de nature siliceuse.

Les coques peuvent être constituées, pendant toute la vie du Foraminifère, par une seule loge initiale, dite *proloculum*, et sont ainsi monothalames. Mais le plus souvent elles sont polythalames et comprennent plusieurs loges ou *locula*, se formant au cours de la croissance des Foraminifères, diversement agencées et communiquant entre elles par des orifices, appelés *foramen*. Les tests sont perforés soit d'un orifice unique, la bouche, soit de plusieurs, servant pour la sortie des pseudopodes. Leurs parois, percées de pores et souvent de nombreux canalicules très compliqués, peuvent être lisses ou ornementées et ornées de protubérances, d'épines ou de spicules.

L'étude morphologique comparative des coques a montré que chez la même espèce les tests de divers individus ne sont pas identiques : les uns, les plus nombreux, ont une loge initiale relativement grande, et on les a désignés sous le nom de mégalosphériques ou des formes A; chez les autres cette loge est petite, et on leur a donné le nom de microsphériques ou de formes B. L'étude biologique de 2 types de la même espèce a permis de constater que ce dimorphisme ne résulte pas de la différence des sexes, comme on l'avait cru d'abord, mais correspond aux 2 générations distinctes des Foraminifères, chez lesquels existe généralement l'alternance des générations : asexuée, avec la multiplication végétative par des schizozoïdes, et sexuée, aboutissant à la formation des gamètes. Le cycle évolutif des Foraminifères peut être résumé ainsi de la manière suivante : la forme B microsphérique, un schizonte, se résout, par voie végétative, en schizozoïdes ou « embryons »; ces derniers s'accroissent, deviennent mégalosphériques, les gamontes ou les formes A, et produisent des gamètes; les copula, qui résultent de l'union des gamètes, évoluent en nouveaux schizontes microsphériques, les formes B.

Chez quelques espèces on a constaté l'existence d'un trimorphisme, se manifestant par le fait que certains individus, morphologiquement mégalosphériques, sont néanmoins des schizontes. On explique actuellement (Le Calvez, 1953) cette sorte d'anomalie par la nature diploïde des noyaux de ces individus, n'ayant pas subi accidentellement de réduction chromatique.

STRUCTURE INTERNE

Corps cytoplasmique. — Le corps plasmatique des Foraminifères est constitué par l'ectoplasme, débordant souvent à l'extérieur de la coque, qui devient ainsi interne, et par l'endoplasme.

L'ectoplasme forme les pseudopodes réticulés, anastomosables, qui servent pour les déplacements ou la fixation des Foraminifères, ainsi que pour la capture des proies, le transport de la nourriture dans l'endoplasme et l'expulsion à l'extérieur des déchets de la digestion et de l'assimilation. Les pseudopodes jouent en outre un rôle important dans la formation de nouvelles loges des tests et des membranes kystiques, sous la protection desquelles elle a lieu généralement. Ils se disposent à cet effet en éventail et accumulent à la limite de la future nouvelle loge une sorte de bourrelet, fait de divers débris d'origine étrangère. A l'intérieur de ce rempart kystique s'organise une fine pellicule chitinoïde perforée, raccordée aux loges adjacentes, laquelle, dans le cas du test de nature calcaire, s'enrichit graduellement de minuscules dépôts de carbonate de calcium. Dans cette ultime loge du test se forme ensuite, en un endroit approprié, un orifice, la nouvelle bouche du Foraminifère.

L'endoplasme, plus compact que l'ectoplasme, est souvent coloré par suite de la présence dans son intérieur de nombreuses inclusions de nature diverse, soit exogènes, soit représentant les éléments pigmentés de l'assimilation ou de l'excrétion, et notamment les xanthosomes, produits de son métabolisme, et analogues, en quelque sorte, aux phaeodelles des Radiolaires Phaeodariés.

Appareil nucléaire. — Suivant les espèces, et surtout en rapport avec leur état physiologique, les Foraminifères sont soit uninucléés, soit plurinucléés, ce dernier caractère étant l'indice de la schizogonie chez les formes supérieures. Les noyaux végétatifs des schizontes et ceux des gamontes n'ont pas la même structure. Les premiers, de forme diverse, sont du type massif, sans corps central chromatique. Ils sont entourés d'une membrane d'épaisseur variable, contiennent le suc nucléaire, des éléments chro-

matiques plus ou moins apparents et de nombreuses granulations endosomiennes, considérées comme équivalentes des nucléoles. Chez les Foraminifères pélagiques, *Orbulina universa*, *Globigerina*, *Hastigerina pelagica*, les noyaux sont du type alvéolide de Rhumbler et semblent présenter un mélange de substances endosomiennes et caryoplasmiques. Quant aux noyaux germinatifs des gamontes ils subissent généralement, avant les mitoses, une épuration et se divisent sous forme de micronuclei.

REPRODUCTION

Les 2 processus de la multiplication des Foraminifères, aussi bien la schizogonie des formes B que la gamogonie des formes A, sont accompagnés, respectivement, soit de la dissolution, soit de l'abandon des tests maternels.

Schizogonie. — Elle consiste en production de schizozoïdes haploïdes, appelés improprement « embryons », aux dépens d'un schizonte diploïde plurinucléé, et comporte 3 phases : la multiplication des noyaux végétatifs, la dégénérescence du cytoplasme maternel et l'individualisation des schizozoïdes autour d'un seul noyau par élément, ce dernier ayant repris sa structure normale après la division. Les schizozoïdes se développent sur place aux dépens du cytoplasme du schizonte et forment généralement leurs tests à la suite de la dissolution de celui de l'organisme maternel. Après sa libération le schizozoïde s'accroît, devient mégalosphérique et se transforme en gamonte uniclée (forme A).

Gamogonie. — Absente chez quelques rares formes, la gamogonie présente chez les Foraminifères 2 modalités : elle peut être soit monogamique, la production des gamètes ayant lieu chez un gamonte isolé, soit plastogamique, bien plus rare, les gamètes ne se formant qu'après l'accolement et la syzygie de 2 gamontes. Dans le premier cas les gamètes résultent des divisions multiples d'un noyau sexué épuré, d'un micronucleus, sont isogames et pourvus de 2 flagelles inégaux. Dans la gamogonie plastogamique les noyaux se divisent en entier, sans épuration préalable, et les gamètes sont soit triflagelles, avec 3 flagelles égaux, soit parfois amoeboïdes, sans trace des flagelles. Chez les formes monogamiques les gamètes sont émis dans la mer, où a lieu leur copulation, non autogame. Par contre, les gamètes des formes plastogamiques copulent à l'intérieur des tests confluents de 2 conjoints, et les zygotes ainsi formés multiplient sans tarder leurs noyaux, de sorte que les jeunes schizontes abandonnent les tests maternels déjà au stade plurinucléé et contiennent généralement de 8 à 16 noyaux végétatifs secondaires.

NUTRITION

Les Foraminifères se nourrissent de débris végétaux, de Diatomées, de Flagellés, Algues unicellulaires, de différentes larves, etc., certains sont même limicoles. Chez les Foraminifères pélagiques semble être répandue, comme cela existe d'ailleurs chez certaines formes benthiques, la prédigestion des proies, capturées à l'aide des pseudopodes, grâce aux ferments protéolytiques, sécrétés par ces derniers, de sorte que c'est à l'état plus ou moins liquide que la nourriture passe dans leur endoplasme par les pores des parois des tests.

Symbiotes et Parasites des Foraminifères

Les Zooxanthelles, dont on ignore la nature, si elles sont des Algues unicellulaires ou des Dinoflagellés aberrants comme celles des Radiolaires et des Acanthaires, se

rencontrent fréquemment chez les Foraminifères, aussi bien benthiques que pélagiques. Quant aux parasites, dont on a décrit ou signalé de nombreux chez des Foraminifères benthiques (Le Calvez : un Nématode indéterminé, un Protiste-*Trophosphaera planorbulinae*, un Amoebien-*Vahlkampfia discorbini*, etc.), aucun ne semble avoir été observé jusqu'à présent chez les formes pélagiques.

Foraminifères pélagiques

Les tests des Foraminifères pélagiques, de nature calcaire, sont constitués par des loges en nombre variable, agencées spiralement en un ou plusieurs tours, soit en spirale plane-coques trochoïdes ou nautiloïdes, soit en spirale ascendante, en vis-coques rotaliformes. On distingue dans les tests le côté dorsal, généralement plus ou moins convexe, mais qui peut être parfois légèrement aplati, discorbiniforme, par lequel toutes les loges du test sont visibles, et le côté ventral, qui ne laisse apercevoir que les loges du dernier tour des tests. La face antérieure de la dernière loge est appelée la face septale et présente généralement l'ouverture buccale principale, dite ombilicale, quand elle est ventrale. Les loges sont séparées entre elles par des sutures, parfois crénelées, pouvant être percées d'orifices secondaires.

Les tests des Foraminifères pélagiques, par suite de leur adaptation à la vie planctonique, présentent souvent diverses modifications de structure. Chez les espèces holoplanctoniques on constate souvent l'amincissement notable des parois des tests, l'existence soit de nombreux pores, soit de larges ouvertures et la présence fréquente, dans le but de faciliter la flottaison, de longs spicules rayonnants, réalisant le type planctonique échinoïdal. De plus, la partie périphérique de leur ectoplasme déborde les coques et les entoure d'une couche plasmatique souvent épaisse, comparable au calymma des Radiolaires, en formant à la périphérie de longs pseudopodes droits et rigides (g. *Globigerina*, *Globigerinoides*, *Globigerinella*, *Hastigerina*). Chez *Orbulina universa*, également de la même famille des Globigérinides, existe une adaptation particulière sous forme d'une loge supplémentaire sphérique, close, spiculeuse, percée de nombreux pores, aux parois simples, parfois doubles ou même triples, à l'intérieur de laquelle se trouve la vraie petite coque globigériniforme du Foraminifère, aux parois minces, perforées de pores et garnies de spicules (Pl. 29, fig. 11). L'agencement de cette loge supplémentaire, destinée à faciliter la flottaison, est généralement tardif et coïncide, comme l'avait montré Le Calvez (1936), avec le début de la gamétogénèse, amenant, avant l'individualisation des gamètes, la dissolution de la coque globigériniforme interne. *Orbulina universa*, telle qu'on l'observe dans le plancton, correspond à la forme A, mégalosphérique de ce Foraminifère pélagique. Quant à sa forme B, microsphérique, dont les stades jeunes sont discorbiniformes, elle est encore mal connue, comme d'ailleurs en général l'alternance des générations chez d'autres formes planctoniques.

En ce qui concerne les Foraminifères benthiques, dont certains stades deviennent méroplanctoniques, le mieux connu parmi eux est *Tretomphalus bulloides*. A l'état végétatif il est benthique et vit en profondeur (Pl. 29, fig. 13, 14). Son gamonte s'enkyste sur le substratum et construit en 24 heures une loge ventrale supplémentaire, volumineuse et percée de larges pores, à l'intérieur de laquelle s'agence une chambre sphérique non perforée (chambre de flottaison), remplie de gaz et munie d'un petit tube entosolénien en guise de soupape (Pl. 29, fig. 14, B). Le gamonte abandonne le kyste et remonte vers la surface de la mer, où il libère ses gamètes à travers les orifices de sa chambre-ballon ventrale.

Importance des Foraminifères dans la mer. — Quoique peu nombreux qualitativement, les Foraminifères pélagiques, par le nombre de leurs individus, représentent, surtout dans les mers chaudes, une masse importante. Leurs tests, tombés au fond, se transforment en « boue à Globigérines » plus ou moins fine suivant les profondeurs, en formant ainsi des dépôts très importants et d'épaisseur parfois considérable, dont l'étendue dans les abysses serait, d'après les estimations très approximatives, égale au quart de la surface terrestre.

CLASSIFICATION

La classification actuelle des Foraminifères, établie par Cushman (1949), et utilisée, faute de mieux, par Le Calvez dans sa mise au point si documentée de ce groupe dans le Traité de Zoologie de Grassé (1953), n'est ni suffisante, ni définitive. Les descriptions à jet continu d'innombrables espèces fossiles n'ont abouti qu'à un éparpillement démesuré des genres et des familles, souvent injustifiés, et ont fait de leur classification une taxonomie non zoologique, mais paléontologique, donc fortement artificielle, puisque basée uniquement sur des caractères squelettiques. On est obligé toutefois de la conserver telle quelle faute de connaissances précises des caractères cytologiques et évolutifs des Foraminifères, dont un trop petit nombre de formes a été étudié à ce point de vue jusqu'à présent.

En ce qui concerne les Foraminifères holoplanctoniques ils sont représentés dans la Méditerranée seulement par 2 familles :

— famille des Globigerinidae, avec les genres *Globigerina*, *Globigerinoides*, *Globigerinella*, *Hastigerina*, *Hastigerinella* et *Orbulina;*

— famille des Globorotalidae, avec l'unique genre actuel *Globorotalia.*

Parmi les formes méroplanctoniques ne sera retenu que *Tretomphalus bulloides*, décrit plus haut, appartenant à la famille des Cymbaloporidae.

Quant aux stades jeunes de divers Foraminifères benthiques, qui peuvent être rencontrés dans le plancton néritique, ne présentant aucun dispositif particulier pour la vie pélagique, mais qui ont été entraînés à la surface de la mer, comme les Diatomées benthiques, par des courants ascendants, ils sont indéterminables à cause de leurs tests embryonnaires, n'ayant pas encore acquis tous leurs caractères spécifiques distinctifs.

On doit signaler encore le cas de jeunes « embryons » d'*Iridia lucida,* décrit par Le Calvez (1938), lesquels, avant leur fixation et la formation des tests, s'arrondissent, forment de nombreux pseudopodes périphériques, longs et rigides, prennent l'aspect radiolariforme et remontent vers la surface pour un temps très court. Quoique ce phénomène n'ait été observé par l'auteur que dans les cultures, il est fort probable que des faits semblables puissent se produire également dans la mer et même, peut-être, chez d'autres Foraminifères benthiques qu'*Iridia.* Sous leur aspect radiolariforme (Pl. 29, fig. 15), les jeunes schizontes, sans caractères spécifiques nets, peuvent être facilement confondus avec de jeunes Radiolaires sans squelette.

Les diagnoses des familles et des sous-familles, les caractères des genres et des espèces méditerranéennes sont donnés dans les tableaux dichotomiques qui suivent.

Les abréviations suivantes seront utilisées dans les tableaux : F-Foraminifère; T-test; D-diamètre; spic-spicule; C-commun; AC-assez commun; CC-très commun; R-rare; AR-assez rare; RR-très rare; g-genre; sp-espèce; Méd-Méditerranée.

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes et leurs descriptions
1 F. holoplanctoniques .... 2 – F. méroplanctoniques 3			
2 T. au début trochoïdes, loges suivantes plus ou moins globuleuses.	Fam. des *GLOBIGERINIDAE* Brady. T. calcaires, au début trochoides, ensuite enroulés en spirales, planes ou ascendantes. Loges globuleuses, parfois 1 loge sphérique supplément., entourant le reste du T. Parois minces ou épaisses, souvent cancellées, perforées de pores, diversement spiculées. Ouverture soit unique, soit orifices second. 4 s/fam., dont 2 dans Méd.		
	1. s/fam. des GLOBIGERINIINAE Cushman. T. trochoïdes, enroulés en spirale plane ou en vis, sans loge supplément. Ouverture soit unique, soit plusieurs orifices secondaires. 5 g. Méd.	g. GLOBIGERINA d'Orb. T. jeunes trochoïdes ombiliqués, à parois fines, parfois légèrement aplatis (forme B). Loges suivantes globul., à parois épaisses, souvent cancellées, les area perforés de pores, spic. à leurs angles. Ouverture ombilic. unique. 2 sp. Méd.	**inflata** (d'Orbigny). D. 0,2-0,6 mm. Loges aplaties dorsalement, côté dorsal presque plan, côté ventr. proéminent, en voûte. T. généralement à 3 tours, le dernier de 4 loges, le plus souvent non spiculé. Ouverture semi-circul. unique. CC. (Pl. 29, fig. 1, A, B). **bulloides** d'Orb. D. 0,2-0,6 mm. T. enroulé en spirale ascendante, en vis, dernier tour de 3-4 loges. Côté dorsal fortement convexe avec loges proéminentes, côté ventral plus faiblement convexe. Surface cancellée, aréa perforés au fond, avec spic. fins aux angles (parfois absents). Ouverture ombilicale unique. CC., polymorphe, cosmopolite. (Pl. 29, fig. 2, A-C).

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes et leurs descriptions
		g. Globigerinoïdes Cushman. T. entièrement trochoïdes, avec tendance de devenir rotaliformes. Surface généralement avec spic. fins. Ouverture du type de *Globigerina*, 2-3, ou plus, orifices second. autour du bord de la loge, s'ouvrant dans son intérieur. 4 sp. Méd.	**rubra** d'Orb. D. 0,5 mm. T. trochoïde en spirale élevée, presque rotaliforme, faisant 3 tours, chaque tour à 3 loges. Ouverture arquée, presque semi - circulaire, au bord ombilic. inférieur; 2 orifices second. au bord supérieur de la suture. Spic. généralement présents. T. colorés en rouge. AR. (Pl. 29, fig. 3).
			conglobata Brady. D. 0,75 mm. T. spiralé subglobulaire, premières loges petites et compassées, les 3 dernières loges du dernier tour larges, renflées, avec bases fortement convexes. Parois épaisses, grossièrement perforées, plus ou moins spicul. Ouverture arquée, inférieure, au bord supérieur nombreux orifices ronds second. R. (Pl. 29, fig. 4).
			sacculifera Brady. D. 1 mm. T. oblong, comprimé, rotaliforme. Premières loges petites, subglobul., 4 loges au dernier tour, dont l'avant-dernière, et parfois la dernière, sont allongées, digitiformes, pointues aux extrémités. Parois épaisses, généralement avec spicules. Ouverture large à la partie infér. de la dernière loge, 1, ou plusieurs, orifices ronds second. à son bord supér. T. coloré parfois en

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes et leurs descriptions
			rouge. R. (Pl. 29, fig. 5). **helicina** d'Orb. D. 0,84 mm. T. ovalaire ou allongé, rotaliforme, composé de 5-6, ou plus, loges renflées, avec 1-2 loges supplément. à la périphérie des dernières loges. 2 ouvertures inférieures et 2, ou plus, orifices supérieurs. RR. (Pl. 29, fig. 6).
		g. GLOBIGERINELLA Cushman. T. jeunes trochoïdes (surtout des formes B), enroulés ensuite soit en 1 spirale plane, ne faisant pas 1 tour complet, soit formant 2-3 tours; dans ce dernier cas les dernières loges allongées, digitiformes. Spic. normalement fins, disséminés sur toute la surface. Ouverture unique large, ombilicale chez jeunes, médiane chez adultes. 2 sp. Méd.	**aequilateralis** Brady. D. 0,84 mm. T. comprimé, à symétrie bilatérale, de 6 loges, faisant moins d'1 tour. Toutes les loges visibles de 2 côtés. Ouverture unique, large, arquée, ombilicale. (Pl. 29, fig. 7). **digitata** Brady. D. 0,4-1,27 mm. T. plus ou moins rotaliforme, spiralé, avec 2-3 tours. Premières loges petites et régulières, les dernières allongées, proéminentes, comme 1, 2, 3, ou plus, doigts écartés de la main. Ouverture unique large, avec lèvre épaissie. RR. (Pl. 29, fig. 8).
		g. HASTIGERINA W. Thomson. T. subglobul., comprimé bilatéralement, spiralé — nautiloïde, faisant moins de 2 tours. Premières loges trochoïdes, les dernières (5-6 au dernier tour), de plus en plus larges et renflées, recouvrant complètement les premières. Parois fines, semi-transparentes, finement ponctuées de pores. Spic. peu	**pelagica** (d'Orb.). D. 0,84 mm. Caractères du g. C. (Pl. 29, fig. 9).

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces et variétés méditerranéennes et leurs descriptions
		nombreux, larges, aplatis, aux bords dentelés, renflés à la base. Ouverture unique, ovale, large, au bord ombilic. de la dernière loge, souvent avec lèvre épaisse. 1 sp. Méd.	
		g. HASTIGERINELLA Cushman. T. semblable à celui de *Hastigerina*, mais chez adultes les dernières loges sont allongées en massues, spic. fins étant localisés aux extrémités de ces dernières. 1 sp. Méd.	**digitata** Rhumbler. Caractères du g. RR., forme atlantique, plus C. sur les Côtes africaines. (Pl. 29, fig. 10).
	2 s/fam. des ORBULINIINAE Cushm. T. des adultes (formes A) comporte 1 loge sphérique supplémentaire de flottaison, à parois souvent doubles ou triples, diversement perforées, avec de fins spic. ou épines, contenant dans son intérieur 1 test globigériniforme spiculeux, se dissolvant au moment de la gamétogénèse. Spécimens planctoniques adultes correspondent ainsi aux gamontes, formes A. 1 g. Méd.	g. ORBULINA d'Orb. Caractères de la s/fam. 1 sp. Méd.	**universa** d'Orb. D. 0,84 mm. Caractères de la s/fam. CC., cosmopolite. (Pl. 29, fig. 11).
- T. au début trochoïdes, loges suivantes, aplaties dorsalement, sont assemblées annulairement.	Fam. des *GLOBOROTALIDAE* Cushm. T. trochoïdes, avec tendance à la disposition annulaire des loges et à leur aplatissement dorsal. Surface rugueuse cancellée, souvent spiculée. Ouverture unique, typiquement dans area ombilical. 1 g. Méd.	g. GLOBOROTALIA Cushman. T. calcaire, trochoïde, globigériniforme de premières loges. Adultes biconvexes, côté dorsal plus ou moins aplati, côté ventral fortement convexe. Surface rugueuse, perforée, avec spic. soit disséminés partout, soit localisés. Ouverture ombilicale large, souvent avec lèvre épaisse. 1 sp. Méd.	**truncatuloides** (d'Orb.). Caractères du g. AC. (Pl. 29, fig. 12, A, B). On trouve dans le plancton surtout les stades jeunes, discorbini - formes, qui peuvent être facilement confondus avec ceux de diverses espèces benthiques, entraînés accidentellement à la surface de la mer.
2 Formes meroplanctoniques uniquement gamontes (formes A), devenant pélagiques temporaires à la suite	Fam. des *CYMBALOPORIDAE* Cushm. T. calcaire, trochoïde, discorbiniforme chez jeunes. Loges ultérieures des adultes rangées annulairement jusqu'à	g. TRETOMPHALUS Mœb. Caractères de la fam. Genre mal défini, ses stades végétatifs jeunes sont identiques à ceux d'autres g. benthiques de la fam. 1 sp. Méd.	**bulloides** d'Orb. D. 0,56 mm. Caractères du g. R., forme de profondeur à l'état végétatif. (Pl. 29, fig. 13, 14, A, B.

Clef pour familles	Familles, sous-familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes et leurs descriptions
de la formation d'un appareil de flottaison.	la périphérie. Côté dorsal aplati, côté ventral concave. 1 loge ventrale supplémentaire se forme chez des gamontes (chambre ballon), ayant à l'intérieur une chambre de flottaison, remplie de gaz et munie d'une soupape, permettant la montée à la surface au moment de la gamétogénèse, où a lieu l'émission de gamètes par les pores circulaires de la chambre-ballon. 1 g. Méd.		
– Stades meroplanctoniques (probables), représentés par jeunes schizontes de F. benthiques.	Fam. des *HYPERAMMINIDAE* Cushm. s/fam. des WEBBINELLINAE Cushm.	g. Iridia Heron — Allen et Earland.	**lucida** Le Calvez. Jeunes schizontes (« embryons ») sans tests, radiolariformes, susceptibles de monter temporairement à la surface. (Pl. 29, fig. 15).

INDICATIONS PRATIQUES

Les meilleures fixations de Foraminifères pélagiques, malgré le noircissement parfois trop prononcé et gênant de certaines inclusions cytoplasmiques, sont obtenues avec les fixateurs à base d'acide osmique, qui laissent intacts les tests. La décalcification de ces derniers, qui doit être assez lente, au moins pendant 24 heures, peut être faite soit avec une solution d'acide picrique, soit avec de l'alcool à 70°, additionné légèrement d'acide chlorhydrique. Toutes les colorations usuelles peuvent être employées ensuite pour des études spécialisées, soit *in toto*, soit en coupes. Pour l'orientation générale on obtiendra de bons résultats avec le colorant de Rhumbler (1901), constitué par le mélange de Methylgrün et d'Éosine (1 gr. de chaque, dissous dans 300 cm^3 d'alcool à 70°, dilué, avant l'usage, avec 60 cm^3 d'eau par 100 cm^3 du mélange). Au bout de 24 heures le test est coloré en violet, le cytoplasme et les noyaux en rouge vif d'intensité différente, et les inclusions endoplasmiques, suivant leur nature, en rouge bleuté ou vert.

Ouvrages à consulter

1884. Brady, H. B. — Report on the Foraminifera. *Res. Scient. Challenger*, Zool., 9.

1949. Cushman, J. A. — Foraminifera. Their Classification and economic Use. — *Harvard University* Press.

1936. Le Calvez, J. — Modifications du test des Foraminifères pélagiques en rapport avec la reproduction : *Orbulina universa* d'Orb. et *Tretomphalus bulloides* d'Orb. — *Ann. Protistol.*, T. 5.

1953. Le Calvez, J. — Ordre des Foraminifères. — *Traité de Zoologie* Grassé, T. 1, f. 2.

1901. Rhumbler, L. — Nordische Plankton-Foraminiferen. — *Nordisches Plankton*, Lief. 1.

1909. Rhumbler, L. — Die Foraminiferen (Thalamophoren) des Plankton-Expedition. — *Ergebn. Plankton-Exped.*, T. 3, L. c.

Explication des figures

Planche 29. FORAMINIFÈRES PÉLAGIQUES

Fig. 1. *Globigerina inflata* (d'Orb.) : A-aspect dorsal; B-aspect ventral, d'après Brady; fig. 2. *Globigerina bulloides* (d'Orb.) : A-adulte spiculé; B-aspect dorsal; C-aspect ventral, d'après Brady; fig. 3. *Globigerinoides rubra* (d'Orb.), vue du côté ventral, d'après Brady; fig. 4. *Globigerinoides conglobata* (Brady), d'après Brady; fig. 5. *Globigerinoides sacculifera* (Brady), d'après Brady; fig. 6. *Gloriberinoides helicina* (d'Orb.), vue ventralement, d'après Brady; fig. 7. *Globigerinella aequilateralis* (Brady), d'après Brady; fig. 8. *Globigerinella digitata* (Brady), d'après Brady; fig. 9. *Hastigerina pelagica* (d'Orb.), d'après Rhumbler; fig. 10. *Hastigerinella digitata* (Rhumbler), d'après Rhumbler; fig. 11. *Orbulina universa* (d'Orb.), forme A, d'après Le Calvez; fig. 12. *Globorotalia truncatuloides* (d'Orb.) : A-aspect dorsal, B-de profil, d'après Rhumbler; fig. 13. *Tretomphalus bulloides* (d'Orb.), aspect dorsal, d'après Le Calvez; fig. 14. *Tretomphalus bulloides* (d'Orb.) : A-aspect latéral, montrant la chambre-ballon ventrale, percée de gros orifices; B-coupe méridienne des loges ventrales, montrant la chambre-ballon avec ses perforations, la chambre de flottaison interne et le tube entosolénien, d'après Le Calvez; fig. 15. *Iridia lucida* (Le Calvez). Jeune « embryon » radiolariforme, d'après Le Calvez.

CHAPITRE XII

HELIOZOA

par

G. TRÉGOUBOFF

CARACTÈRES GÉNÉRAUX

On comprend actuellement sous le nom d'Héliozoaires vrais ou *sensu stricto* les Rhizopodes présentant les caractères essentiels suivants : la symétrie rayonnante de leur corps plasmatique, le plus souvent sphéroïdal, soit nu, soit pourvu d'un squelette externe discontinu, la présence constante chez eux de pseudopodes particuliers, appelés axopodes, et celle, éventuelle, du centroplaste ou du corps central. Toutes les autres formes, ne répondant pas à cette définition, classées autrefois parmi les Héliozoaires parce que possédant dans leurs cycles évolutifs des stades ayant l'aspect extérieur d'un Héliozoaire, en sont exclues et reléguées dans le groupe provisoire et hétérogène des Pseudo-Héliozoaires de Penard ou des *Protomyxidea* de Lankester; cette exclusion est motivée en outre par le fait qu'elles présentent souvent des affinités plus ou moins étroites avec les divers groupes des Protistes, tels que les Chlamydomanadines, les Rhizopodes inférieurs ou même les Foraminifères.

Les Héliozoaires vivent principalement dans les eaux douces ou saumâtres, parfois même sur le sol humide. Les formes marines, moins nombreuses, sont soit sessiles, pédiculées, soit vagiles, libres, et se rencontrent surtout parmi des Algues le long des quais des ports. Les espèces pélagiques sont très rares et ont été signalées surtout dans les mers à salinité faible, telles que la Mer Baltique et la Mer Noire. Dans le plancton néritique méditerranéen on peut rencontrer parfois des formes vagiles, entraînées dans ce milieu par les vagues ou les courants. Pour permettre leur reconnaissance un bref résumé de l'organisation et de la biologie des représentants de cette classe des Rhizopodes n'est pas inutile.

MORPHOLOGIE EXTERNE ET STRUCTURE INTERNE

Le corps plasmatique des Héliozoaires, composé d'ectoplasme et d'endoplasme bien distincts, est entouré d'une enveloppe gélatineuse ou mucilagineuse, plus ou moins développée, à la surface ou dans l'épaisseur de laquelle peuvent être disposés éventuellement les éléments du squelette discontinu, soit autogène, soit hétérogène. Le squelette autogène est représenté par des spicules isolés de forme diverse, de nature siliceuse, plus rarement chitinoïde. Quant au squelette hétérogène il est constitué par des corps étrangers de provenance variée, grains de sable, spicules d'Éponges, d'Échinodermes, de Radiolaires, etc., qui sont agglomérés à la périphérie de la couche mucilagineuse.

Les Héliozoaires possèdent 2 sortes de pseudopodes : les uns sont de simples filopodes, les autres, plus rigides, quoique flexibles, et pourvus d'un axe cytoplasmique plus consistant que leur enveloppe plasmatique périphérique, sont désignés sous le nom d'axopodes.

Certains Héliozoaires sont plurinucléés et possèdent parfois jusqu'à 500 noyaux, disséminés dans l'endoplasme. Mais généralement ils sont uninucléés, et leur noyau est soit central, soit excentrique. Dans ce dernier cas au centre du corps est situé un organite vésiculeux particulier, désigné sous le nom de centroplaste ou de corps central. Il n'a pas pu être mis en évidence chez tous les Héliozoaires, mais on admet la possibilité de son existence chez toutes les formes, dont les noyaux occupent une place excentrique. Le centroplaste joue généralement le rôle de centrosome au cours des divisions nucléaires, et représente en même temps le centre cinétique, car les bases des axopodes sont fixées soit sur son corpuscule central, soit sur les granulations chromatiques, disposées à la périphérie de la vésicule, contre sa membrane. Chez les Héliozoaires dépourvus de centroplastes les parties basales des axopodes se terminent tantôt librement dans le cytoplasme, tantôt sont fixées sur la membrane du ou des noyaux.

PHYSIOLOGIE

Mobilité. — Certains Héliozoaires sont sessiles et vivent attachés au substratum au moyen de pédicules; mais généralement ils sont libres, vagiles, et se déplacent soit à la surface du substratum par une sorte de roulement, à la manière d'une bille roulant sur le sol, soit nagent dans la mer grâce à l'activité de leurs axopodes, analogues par leur structure aux flagelles.

Nutrition. — Les Héliozoaires sont généralement holozoïques, rarement saprophytes, et on a signalé chez eux un cas de parasitisme temporaire sur les Paramécies. Pour attaquer et digérer de grosses proies ils peuvent constituer des associations de consommation, et s'enkyster ensuite pour la digestion (kystes de digestion à parois minces).

Enkystement. — Les Héliozoaires s'enkystent très facilement et peuvent former, en plus des kystes de digestion, encore des kystes de protection contre les conditions extérieures défavorables, ainsi que des kystes de reproduction.

Reproduction. — On connaît chez les Héliozoaires 2 modes de multiplication : agame et sexuée. La première peut se faire par division binaire, par division multiple et par bourgeonnement. La reproduction sexuée, qui n'est bien connue que chez deux formes seulement, se fait au moyen des isogamètes morphologiques, mais qui sont, en réalité, des anisogamètes physiologiques, et elle a lieu sous la protection d'un kyste.

CLASSIFICATION

La classification des Héliozoaires vrais (Trégouboff, 1953) n'est pas définitivement établie à l'heure actuelle. On les divise en 2 ordres : i. Actinophrydia et ii. Centrohelidia, caractérisés, respectivement, par l'absence ou la présence chez eux de centroplastes. L'ordre des Centrohelidia est subdivisé en 3 sous-ordres d'après les caractères squelettiques. Quant aux familles, leurs diagnoses ne peuvent être formulées avec précision par suite de l'insuffisance de nos connaissances actuelles des caractères cytologiques de nombreuses espèces décrites.

Dans le bref résumé systématique qui suit seront indiqués les genres, dont les espèces pourraient faire partie exceptionnellement du plancton néritique méditerranéen.

I. Ordre des Actinophrydia Kühn comprend les formes sans squelette, uninucléées ou polynucléées, dépourvues de centroplastes. Parmi ses 3 genres, seul le genre *Actinophrys* Ehrenberg a une espèce *pontica* Valkanov, vivant dans la Mer Noire.

II. Ordre des Centrohelidia (Kühn), dans lequel sont rangées les formes avec un centroplaste soit apparent, soit non mis en évidence, mais dont l'existence est considérée comme probable par suite de la situation excentrique du noyau. D'après les caractères squelettiques l'ordre est divisé en 2 sous-ordres :

1. S/ordre des *Aphrothoraca.* Héliozoaires nus, sans squelette, uninucléés ou polynucléés, libres ou sessiles. 3 genres marins, non pélagiques;

2. S/ordre des *Chlamydophora.* Héliozoaires, dont le corps est entouré d'une couche mucilagineuse bien développée, avec un squelette hétérogène. Leurs centroplastes n'ont pas été mis en évidence jusqu'à présent, mais leur existence paraît probable à cause de la situation excentrique des noyaux. Ils sont encore mal connus, et vivent dans l'eau douce ou dans la mer, mais ne sont pas pélagiques;

3. S/ordre des *Chalarothoraca.* Héliozoaires avec une enveloppe mucilagineuse périphérique soit très mince, soit bien développée, avec squelette autogène discontinu, formé de spicules isolés de nature siliceuse, exceptionnellement chitinoïde. Les centroplastes soit apparents, soit probables à cause de la situation excentrique des noyaux. Le sous-ordre comprend 9 genres, parmi lesquels le genre *Raphidiophrys* est représenté dans la Mer Baltique par l'espèce *marina* Ostenf. (probablement synonyme de *R. pallida* Schulze-Pl. 30, fig. 1), ainsi que le genre *Acanthocystis* par l'espèce *pelagica* Ostenf., du plancton de Skaggerack, simple variété d'*A. aculeata* Hertw. et Less. (Pl. 30, fig. 2).

Ouvrages à consulter

On trouvera dans l'ouvrage sous-indiqué la mise au point détaillée de nos connaissances actuelles sur tous les Héliozoaires.

1953. Trégouboff, G... Classe des *Heliozoa. Traité de Zoologie* de Grassé, T. I, fasc. 2.

CHAPITRE XIII

ACANTHARIA (ACANTHAIRES)

par

G. TRÉGOUBOFF

CARACTÈRES GÉNÉRAUX

Incorporés pendant longtemps comme une sous-classe dans les RADIOLAIRES, les ACANTHAIRES sont considérés actuellement comme formant une classe distincte et sont rangés, au même titre que celles des HÉLIOZOAIRES et des RADIOLAIRES, dans la super-classe artificielle des ACTINOPODES, c'est-à-dire des RHIZOPODES, possédant de fins pseudopodes rayonnants, auxquels peuvent s'ajouter, éventuellement, des axopodes.

Cette séparation se justifie par les caractères essentiels des Acanthaires, bien différents de ceux des Radiolaires vrais, tels que : la présence chez eux d'un squelette non siliceux, constitué par un nombre fixe de spicules géométriquement disposés, se réunissant toujours au centre du corps; l'existence d'une couche gélatineuse périphérique, rarement homogène, le plus souvent différenciée en un appareil hydrostatique particulier qui leur est propre; enfin, l'absence de la membrane perforée de la capsule centrale de nature protéïque, séparant l'ectoplasme extracapsulaire de l'endoplasme intracapsulaire, dont l'existence constitue le caractère essentiel des Radiolaires.

Les ACANTHAIRES sont uniquement marins et pélagiques et se rencontrent en abondance dans le plancton méditerranéen.

MORPHOLOGIE EXTERNE

SQUELETTE. — La nature chimique du squelette des Acanthaires n'est pas encore déterminée avec certitude. D'après certains auteurs, tels que BÜTSCHLI, ODUM, leur squelette contiendrait du sulfate de strontium (célestine); d'après d'autres, et notamment SCHEWIAKOFF, ils résulteraient de la combinaison des silicates d'aluminium et de calcium.

Quoiqu'il en soit, le squelette est représenté chez les Acanthaires soit par 10 spicules diamétraux, traversant entièrement le corps plasmatique, soit par 20 spicules radiaires, se réunissant, dans les deux cas, plus ou moins étroitement au centre. Les spicules sont disposés en outre d'une manière bien définie et identique chez tous les vrais Acanthaires, conformément à la loi dite de Müller, qui détermine, avec précision, les endroits de sortie à l'extérieur de leurs pointes. Par comparaison du corps, généralement sphéroïdal, des Acanthaires avec le globe terrestre, Müller avait constaté que les endroits de sortie des

spicules étaient situés sur les 5 cercles parallèles : 1 équatorial, 2 tropicaux et 2 polaires (Pl. 30, fig. 3 A). On distingue ainsi, parmi les spicules, 3 catégories :

a. 2 spicules diamétraux, ou 4 radiaires, perpendiculaires entre eux dans le plan équatorial, dits spicules équatoriaux (sp. é);

b. 4 spicules diamétraux, ou 8 radiaires, alternant dans le plan bissecteur avec les spicules précédents, inclinés à 30° par rapport au plan équatorial, sortant à l'extérieur en conséquence aux 2 cercles tropicaux, qui portent le nom de spicules tropicaux (sp. t);

c. 4 spicules diamétraux, ou 8 radiaires, inclinés à 60° par rapport au plan équatorial, disposés de manière à se confondre, en projection, avec les spicules équatoriaux et dont les endroits de sortie sont situés aux 2 cercles polaires, appelés spicules polaires (sp. p).

En diagramme et en projection, les endroits de sortie à l'extérieur des spicules se situent aux degrés suivants : pour les équatoriaux et les polaires à 0°, 90°, 180° et 270°, et pour les tropicaux à 45°, 135°, 225° et 315° (Pl. 30, fig. 3 B).

Les spicules diamétraux des Acanthaires primitifs, généralement fins et lisses, ne subissent pas de modifications au cours de la vie de ces derniers (Pl. 30, fig. 4 A). Par contre, les spicules radiaires des formes plus évoluées, qui se différencient, en se dédoublant en quelque sorte, des spicules diamétraux primitifs, confondus au début en un corps central, peuvent présenter, au cours de la croissance, de nombreuses modifications. Leurs parties proximales, basales, en vue d'assurer une union centrale plus étroite, s'élargissent et deviennent coniques, cordiformes, en pépins de raisin, ou, le plus souvent, pyramidales à 5-6 faces (Pl. 30, fig. 4, B-D). Cette union centrale des spicules peut se faire suivant 5 modalités différentes (Pl. 30, fig. 10, A-F), qui seront décrites dans la partie systématique, étant donné que dans la classification moderne elles sont prises comme base pour la distinction de divers ordres des Acanthaires. Quant aux parties distales des spicules elles peuvent être lisses ou ornées soit de dents simples (Pl. 30, fig. 4 D), soit d'excroissances plus importantes, appelées apophyses, tantôt unies, tantôt ramifiées (Pl. 30, fig. 5), et dont les branches peuvent s'anastomoser en plaques ajourées, perpendiculaires à l'axe des spicules (Pl. 30, fig. 6). Les plaques apophysaires peuvent soit rester indépendantes (Pl. 32, fig. 6), soit s'accroître de manière à se toucher et même à se souder entre elles, en formant ainsi autour des corps plasmatiques des coques périphériques secondaires (Pl. 34, fig. 3). Dans quelques cas se forment sur les spicules, en dehors de la première coque, à un niveau supérieur, d'autres apophyses, lesquelles peuvent s'agencer de la même manière en deuxième coque (Pl. 35, fig. 6). Les plaques apophysaires peuvent être ajourées, c'est-à-dire présenter de nombreux pores ou orifices, parmi lesquels, suivant leur emplacement, on distingue : les pores aspinaux (p. asp), adossés aux spicules, les pores suturaux (p. sut), situés sur les lignes de sutures des plaques, et les pores coronaux (p. cor), disposés en un ou plusieurs cercles entre les pores aspinaux et suturaux (Pl. 30, fig. 6). Les coques, constituées par des plaques ajourées, généralement minces, portent le nom de coques grillagées (Pl. 34, fig. 3, 4). Mais chez de nombreux Acanthaires les plaques apophysaires deviennent épaisses, compactes, et constituent des coques dites massives ou cuirassées (Pl. 35, fig. 4, 5), dans lesquelles les pores aspinaux et suturaux persistent généralement, tandis que les lignes des sutures entre les plaques deviennent le plus souvent indistinctes. Les coques des Acanthaires peuvent être ornées de petits spicules secondaires, implantés perpendiculairement sur la surface des plaques apophysaires (Pl. 34, fig. 3, 6).

CORPS PROTOPLASMIQUE. — La forme du corps des Acanthaires est variable, en rapport avec celles de leurs squelettes. Quand tous les spicules sont égaux et semblables, le squelette est monaxone et le corps plasmatique est sphéroïdal. Il devient allongé, elliptique, rhomboïdal ou aplati en forme d'un coussin quand les spicules soit du même groupe, soit de groupes différents, sont dissemblables et se distinguent entre eux par leur forme et surtout par leurs dimensions (Pl. 32, f. 3; Pl. 34, f. 1 A, 2).

STRUCTURE INTERNE

COUCHE GÉLATINEUSE ET SES DIFFÉRENCIATIONS. — La couche gélatineuse périphérique n'est homogène que chez quelques rares formes primitives. Chez tous les autres Acanthaires elle est différenciée tout à fait à la périphérie en 1 ou 2 pellicules gélatineuses, externe (pel. e) et interne (pel. i), plus compactes, rattachées par des filaments plasmatiques aux parties distales des spicules, en dehors du corps plasmatique proprement dit, en formant ainsi un manchon conique ou pyramidal autour de chaque spicule (Pl. 30, f. 7).

A la surface externe de la pellicule gélatineuse périphérique se différencient les fibres, dites élastiques, de 2 sortes : les unes radiaires (fr), situées le long des manchons et convergeant vers les spicules, les autres circulaires (fc), placées à la base et tout autour des manchons, en délimitant, en quelque sorte, ces derniers. Les fibres circulaires sont disposées généralement sur 2 rangs parallèles, entre lesquels sont situés les orifices (o), servant pour la sortie des axopodes, au nombre de 1 à 8 sur chaque face du manchon gélatineux pyramidal (Pl. 30, fig. 7).

Aux endroits où la pellicule gélatineuse s'attache aux spicules, chez tous les Acanthaires, à l'exception de quelques formes les plus primitives, existent des formations particulières, appelées myonèmes, qui peuvent être au nombre de 2 à 60 autour de chaque spicule (Pl. 30, fig. 7). D'après SCHEWIAKOFF (1926) les myonèmes proviendraient du bourgeonnement du noyau primaire unique de très jeunes stades et seraient ainsi d'origine nucléaire; toutefois leur nature semble devoir être précisée par de nouvelles recherches (1). Les myonèmes ont la forme de petites languettes, plus ou moins filamenteuses, et sont attachés au moyen des filaments plasmatiques par leurs sommets aux spicules et par leurs bases élargies soit à la surface interne, soit à la surface externe de la pellicule gélatineuse. Ils peuvent se contracter jusqu'à 1/5 ou 1/9 de leur longueur normale, et leur rôle consiste à actionner l'appareil hydrostatique des Acanthaires, constitué par les pellicules gélatineuses et les fibres élastiques. Leurs contractions déterminent la distension des pellicules gélatineuses tendues entre les spicules et le raidissement des fibres radiaires, ces dernières se comportant comme les rayons fixes d'un parapluie ouvert, tandis que les fibres circulaires contribuent, de leur côté, à mieux assurer l'étalement des pellicules, comme le font les rayons mobiles d'un parapluie. La distension des myonèmes provoque, par contre, l'affaissement et l'aplatissement de l'appareil hydrostatique le long des spicules. Cet appareil, qui n'existe nulle part ailleurs que chez les Acanthaires, règle ainsi soit leur ascension à la surface de la mer, soit leur plongée en profondeur.

ECTOPLASME. — Chez les Acanthaires primitifs, dépourvus de pellicule gélatineuse et de myonèmes, l'ectoplasme, plus vacuolaire, passe insensiblement dans l'endoplasme

(1). HOVASSE et BROWN, dans leur mémoire (1953), consacré aux Radiolaires et à leurs parasites Syndiniens, publié après la rédaction de ce chapitre, considèrent les myonèmes comme des formations cytoplasmiques, ayant l'allure et la taille des dictyosomes de cellules sexuelles.

central, plus finement granuleux (Pl. 31, fig. 1-7). On le distingue toutefois à cause de ses nombreuses inclusions, soit alimentaires, soit d'excrétion. Chez les Acanthaires supérieurs, plus évolués, l'ectoplasme différencie une membrane de nature purement ectoplasmique, qui entoure l'endoplasme et une partie de l'ectoplasme, laquelle devient ainsi intracapsulaire (Pl. 33, fig. 4). Cette membrane ne présente aucune perforation particulière, sauf celles pour le passage des spicules et qui sont utilisées également pour assurer la communication entre les ectoplasmes périphérique et intracapsulaire.

Chez les Acanthaires primitifs, dépourvus de pellicules gélatineuses et de membrane de la capsule centrale c'est la couche ectoplasmique périphérique qui forme les pseudopodes réticulés rayonnants, ainsi que les pseudopodes, simples au début, accolés contre les spicules et se terminant en faisceaux dichotomisés aux sommets de ces derniers (Pl. 31, fig. 5, 6). Chez les Acanthaires plus évolués les deux sortes des pseudopodes prennent naissance dans la partie ectoplasmique intracapsulaire, passent par les perforations de la membrane de la capsule centrale servant pour le passage des spicules et sortent à l'extérieur par les orifices des axopodes. En ce qui concerne ces derniers, qui sont caractéristiques des Acanthaires, si leurs gaines sont de nature ectoplasmique, leurs axes, plus consistants, semblent provenir tout à fait de l'intérieur du corps, traverser (?) la membrane de la capsule centrale et sortir à l'extérieur par des orifices situés entre les 2 rangées des fibres circulaires. D'apparence rigide, ils sont néanmoins rétractiles, et on les considère comme des organes tactiles; toutefois ni leur origine, ni leur fonction précises n'ont pas été élucidées d'une manière suffisante. Chez un Acanthaire primitif *(Acanthocyrta)* ils sont flexibles et agissent comme des fouets pendant la progression.

Endoplasme et ses inclusions. — L'endoplasme, plus granuleux que l'ectoplasme, est bourré d'inclusions, représentées par des produits d'assimilation — les corpuscules de graisse et d'huile, par ceux d'excrétion — les cristaux et les concrétions, ainsi que par des corps pigmentaires, vivement et diversement colorés, résultant le plus souvent de l'assimilation.

L'endoplasme contient également l'appareil nucléaire et les trophochromidies végétatives, ces dernières étant, d'après Schewiakoff, d'origine nucléaire. Les Acanthaires adultes sont toujours plurinucléés, et leurs noyaux végétatifs, très petits et vésiculaires, sont disposés à la périphérie de l'endoplasme en 2 ou 3 couches concentriques, tandis que chez les stades très jeunes, issus de syncaryon, existe le noyau unique, dit primaire. L'évolution de l'appareil nucléaire au cours de la croissance de l'Acanthaire sera relatée dans le § traitant le développement d'après les seules données qu'on possède, celles de Schewiakoff, qui paraissent bien paradoxales et demandent à être vérifiées.

PHYSIOLOGIE

Multiplication. Reproduction asexuée. — La division binaire n'existe que tout à fait exceptionnellement chez les Acanthaires primitifs, ayant le corps plus ou moins métabolique et dépourvus de capsule centrale. Les stades *Litholophus* (Pl. 30, fig. 8), interprétés à tort par divers auteurs comme étant ceux de la multiplication agame des Acanthaires supérieurs ne sont, en réalité, que des artefacts, dus soit aux traumatismes, soit aux mauvaises fixations.

Reproduction sexuée. — La reproduction sexuée se fait par des isogamètes flagellées et a lieu généralement en profondeur, entre 100 et 500 m. La cytologie précise de la

gamétogénèse et des gamètes reste encore à faire avec les moyens de la technique moderne, les observations de SCHEWIAKOFF ayant été faites surtout sur le vivant. LE CALVEZ a donné quelques précisions sur celles d'*Acanthometra pellucida* et de *Xiphacantha alata*. D'après cet auteur, leur gamétogénèse se présenterait sous forme d'une sorte de spermatogénèse, comparable à celle des Foraminifères, avec la formation de gamétocytes uninucléés bicinétiques, les 2 blépharoplastes étant reliés par une centrodesmose. Émis dans cet état dans la mer, ils y subissent une division ultime, donnant 2 gamètes uninucléés biflagellés.

SCHEWIAKOFF a pu observer en cultures la copulation des gamètes et la formation des zygotes; les stades postérieurs aux syncaryons sont abyssaux et restent inconnus.

DÉVELOPPEMENT. — Le développement de nombreux Acanthaires supérieurs, décrit par SCHEWIAKOFF (1926), paraît extraordinaire sous bien des rapports. Les plus jeunes stades observés par cet auteur provenaient de pêches planctoniques profondes et étaient pourvus d'un corps central compact, dans lequel s'ébauchent, aux dépens des 10 spicules diamétraux primitifs confondus, 20 spicules radiaires. Ces stades sont encore uninucléés, et leur noyau, dit primaire, donne par bourgeonnement 40 noyaux somatiques, lesquels émigrent, 2 par spicule, le long de ces derniers et, parvenus à leurs emplacements définitifs, se transforment en myonèmes, qui se multiplient ensuite de manière à produire autour de chaque spicule le nombre caractéristique pour chaque genre. Après la formation des noyaux somatiques le noyau primaire se résout en trophochromidies végétatives, de durée éphémère et de fonction inconnue, et en 8-16 noyaux génératifs, lesquels, à la suite de leurs divisions multiples successives, donnent les nombreux noyaux végétatifs de l'Acanthaire adulte. En même temps la couche gélatineuse différencie les pellicules et les fibres d'abord radiaires et ensuite circulaires. L'appareil hydrostatique étant ainsi définitivement constitué, l'Acanthaire commence à mener la vie indépendante et forme, s'il y a lieu, la membrane de la capsule centrale. A la fin de la vie végétative, après élimination de tous les éléments étrangers, toute la masse cytoplasmique est utilisée pour la formation des gamètes, dont la mise en liberté marque la fin de la vie de l'Acanthaire.

MOTILITÉ. — Les Acanthaires, essentiellement pélagiques, flottent passivement dans le plancton. Ils sont capables néanmoins de se déplacer soit grâce aux mouvements de leurs pseudopodes localisés aux extrémités des spicules, soit par suite de l'activité des axopodes. Quant aux mouvements verticaux d'ascension ou de plongée, ils sont déterminés par leur appareil hydrostatique. Par suite de la distension de ce dernier le volume du corps augmente, l'Acanthaire devient plus léger à cause de la pénétration dans son intérieur d'eau de mer, contenant les divers gaz dissous, et monte vers la surface. Par contre, à la suite de la contraction de l'appareil hydrostatique, le corps plasmatique diminue de volume, s'alourdit, et l'Acanthaire a tendance de plonger en profondeur.

NUTRITION. — Les Acanthaires se nourrissent de petits organismes de nature soit végétale, tels que les Coccolithophorides, les Chlorophycées, les Myxophycées, les Diatomées, soit animale, comme les Dinoflagellés, les Ciliés, les Tintinnides et, exceptionnellement, de larves de Copépodes. La préhension des proies semble être discontinue, plusieurs étant capturées à la fois : les grosses par des pseudopodes dichotomisés aux extrémités des spicules, les petites par des pseudopodes périphériques rayonnants. La digestion se fait dans les vacuoles digestives de l'ectoplasme et l'assimilation dans les vésicules alimentaires endoplasmiques.

SYMBIOTES ET PARASITES DES ACANTHAIRES

A l'exception des formes primitives, vivant en grandes profondeurs, tous les Acanthaires hébergent des Zooxanthelles, localisées, en nombre variable, surtout dans l'ectoplasme extra ou intracapsulaire. Elles semblent faciliter, comme symbiotes, l'assimilation des proies capturées par leurs hôtes et sont considérées actuellement comme des Flagellés aberrants, apparentés aux Dinoflagellés (1). Avant la gamétogénèse de l'Acanthaire, les Zooxanthelles sont expulsées à l'extérieur soit à l'état végétatif, soit, le plus souvent, sous forme de spores.

Les Acanthaires sont souvent parasités par un organisme décrit par Hertwig comme étant un Acinétien parasite sous le nom d'*Amoebophrya acanthometrae* (Pl. 30, fig. 9). Quoique son cycle évolutif ne soit pas connu en totalité, certains de ses stades décrits ont permis à Chatton et Biecheler de rapprocher les *Amoebophrya* des Acanthaires de *Hyalosaccus ceratii*, parasite de Péridiniens, et d'admettre leurs affinités avec les Dinoflagellés aberrants, en créant pour ces 2 formes l'ordre particulier des Coelomastigines (2).

ÉCOLOGIE

Les Acanthaires vivent en haute mer et se rencontrent dans le plancton pendant toute l'année et à tous les niveaux, de la surface à 1 000 m de profondeur (limite des pêches effectuées dans la Méditerranée). Les formes primitives, incolores, bourrées de réserves nutritives et dépourvues de Zooxanthelles, vivent toujours entre 400 et 1 000 m. Les Acanthaires supérieurs abondent à la surface en été, mais en hiver se tiennent de préférence entre 50 et 200 m. Leur remontée à la surface semble être déterminée par les besoins de leur nutrition et surtout de l'assimilation des proies capturées. Par contre, la descente en profondeur coïncide avec la gamétogénèse, qui se fait normalement entre 300 et 400 mètres.

AFFINITÉS DES ACANTHAIRES

Au point de vue phylogénétique on rapproche les Acanthaires des Héliozoaires, avec lesquels leurs formes primitives présentent les caractères communs suivants : la tendance à la métabolie du corps plasmatique, l'existence de la couche gélatineuse périphérique et des axopodes et surtout l'absence chez elles de la membrane de la capsule centrale. Les partisans de ce rapprochement voient le lien entre ces 2 classes dans quelques formes exotiques, très mal connues, ne pouvant pas être rangées parmi les Acanthaires vrais parce que possédant un nombre, parfois considérable, de 30 à 500, de spicules, disposés autrement que d'après la loi de Müller, et souvent sans aucun ordre défini. L'ordre provisoire d'*Actinelia*, créé pour elles, comprend également la seule forme sessile des Acanthaires, *Podactinelius sessilis* Schröder, découvert au Japon.

CLASSIFICATION

Les Acanthaires vrais constituent un groupement homogène et sont peu nombreux. On en connaît actuellement environ 150 espèces (dont 83 se rencontrent dans la Méditerranée), réparties entre 47 genres, 17 familles et 4 ordres, le dernier étant subdivisé en 2 sous-ordres.

---

(1). D'après Hovasse et Brown (1953) les Zooxanthelles d'Acanthaires seraient, en réalité, de petites Algues unicellulaires de l'ordre des Protococcales et non des Dinoflagellés.

(2). Dans les travaux récents de Hovasse et Brown (1953) et de Hollande et Enjumet (1955) on trouve des indications relatives à l'existence chez les divers Acanthaires de parasites Syndiniens.

La classification des Acanthaires, proposée par SCHEWIAKOFF (1926), la plus rationnelle à l'heure actuelle, est basée, contrairement à celles établies par ses prédécesseurs, non seulement sur les caractères squelettiques, mais tient également compte des caractères cytologiques et des stades évolutifs de nombreux Acanthaires, observés par lui à Naples.

Pour la distinction des ordres la classification de SCHEWIAKOFF se base uniquement sur la modalité de l'union centrale des spicules, laquelle est parfois difficile à déceler chez les Acanthaires vivants par suite de l'opacité de leur corps plasmatique, très souvent vivement pigmenté.

I. Ordre des HOLACANTHA Schew. ou Acanthaires primitifs, chez lesquels les 10 spicules diamétraux soit se croisent simplement au centre (Pl. 30, fig. 10, A), ou s'enchevêtrent entre eux en un corps central par suite de la torsion en pas de vis ou de l'excavation de leurs parties médianes (Pl. 30, fig. 10, B, B^1).

II. Ordre des SYMPHYACANTHA Schew., dont les représentants sont pourvus de 20 spicules radiaires, très étroitement réunis au centre en un corps homogène par leurs parties basales, différenciées parfois en pyramides (Pl. 30, fig. 10 C).

III. Ordre des CHAUNACANTHA Schew., chez lesquels les 20 spicules radiaires, dont les parties basales sont, ou non, différenciées en pyramides, se réunissent au centre d'une manière tellement déliée qu'une simple pression suffit pour isoler les spicules (Pl. 30, fig. 10 D).

IV. Ordre des ARTHRACANTHA Schew. comprend les formes les plus évoluées, chez lesquelles les parties basales des 20 spicules radiaires, en forme de pyramides à 5 ou 6 faces, sont étroitement réunies au centre suivant 2 modalités différentes :

1. sous-ordre des SPHAENACANTHA Schew. : les parties basales des spicules sont réunies en un corps central étoilé par les faces des pyramides (Pl. 30, fig. 10 E);

2. sous-ordre des PHYLLACANTHA Schew. : les parties basales des spicules, munies sur les bords des faces des pyramides d'expansions aliformes, s'unissent au centre non par les faces, mais par les bords, en formant un corps central ayant l'aspect d'une « croix foliacée », dans lequel existent 22 espaces pyramidaux creux (Pl. 30, fig. 10 F).

Pour la distinction des familles, des genres et des espèces la classification de SCHEWIAKOFF tient compte aussi bien de caractères cytologiques, tels que la différenciation de la couche gélatineuse en pellicules et en fibres élastiques, le nombre de myonèmes et d'axopodes autour de chaque spicule, l'existence de la capsule centrale, que squelettiques : la forme et les dimensions des spicules, l'existence et la conformation des apophyses, la présence du squelette secondaire, les emplacements et le nombre de pores des plaques apophysaires.

Les diagnoses des familles et les caractères des genres sont résumés dans les tableaux dichotomiques qui suivent; afin de les rendre plus maniables les diagnoses des ordres sont exposées dans un tableau distinct.

Pour des raisons d'ordre technique de nombreuses abréviations doivent être utilisées dans les tableaux. Certaines parmi elles, - ax, my, sont précédées d'un chiffre, ce dernier indiquant le nombre d'éléments disposés *autour de chaque spicule.*

ap-apophyse; ax-axopode; cap.c-capsule centrale; c.centr-corps central; AC-assez commun; C-commun; CC-très commun; ec-ectoplasme; en-endoplasme; esp-espèce; D-diamètre; g-genre; L-longueur; La-largeur; Méd-Méditerranée; My-myonèmes; p. asp-pores aspinaux; p.cor-pores coronaux; p.sut-pores suturaux; pel.e-pellicule géla-

tineuse externe; pel.i-pellicule gélatineuse interne; AR-assez rare; R-rare; RR-très rare; sp-spicules; sp.é-spicules équatoriaux; sp.p-spicules polaires; sp.r-spicules radiaires; sp.t-spicules tropicaux; Z-zooxanthelles.

Clef pour la détermination des ordres et des sous-ordres des Acanthaires

1	Squelette constitué par 10 spicules diamétraux. Pas de cap. c.		Ordre des HOLACANTHA Schewiakoff. 10 sp. d. se croisent simplement au centre ou s'enchevêtrent en 1 pseudocorps central. Corps plasmat. plus ou moins métabolique, entouré de couche gélatineuse soit homogène, soit différenciée en 1 ou 2 pellicules. *Pas de cap. c.* My ou absents, ou seulement 2-4, fixés à la face interne de la pel. e. 15-20 ax.
–	Squelette constitué par 20 spicules radiaires.		
2	20 sp. r. réunis très étroitement en un c. centr. homogène ou stelliforme; parties basales des sp. soit indistinctes, soit discernables. Pas de cap. c.	2	Ordre des SYMPHYACANTHA Schewiakoff. 20 sp. r. réunis en 1 c. centr. soit compact, ne permettant pas de distinguer leurs parties basales, soit stelliforme avec bases des sp. discernables. Corps plasmat. légèrement métabolique, pas de cap. centr. Couche gélatineuse avec 2 pellicules gélat. My 6-16 ou 24-32, 40 ax.
–	20 sp. r. réunis au centre suivant une autre modalité.		
3	20 sp. r. réunis au centre par leurs parties basales coniques ou en pépins de raisin d'une manière très déliée. Pas de cap. c.		Ordre des CHAUNACANTHA Schewiakoff. Union centrale des 20 sp. r. est si déliée que leurs parties basales peuvent être dissociées par simple pression. Corps plasmat. plus ou moins métabolique, pas de capsule centrale. Couche gélatin. généralement homogène, plus rarement avec 2 pellicules. 4-8, plus rarement 12-16, My filamenteux fixés soit sur la périphérie de la couche gélat., soit sur la face externe de la pel.e; 15-20, plus rarement 5-6, ax.
–	20 sp. r. dont les parties basales pyramidales sont réunies étroitement au centre. Cap. c. présente.		Ordre des ARTHRACANTHA Schewiakoff. Acanthaires supérieurs avec cap. c. et 20 sp. r., dont les parties basales pyramidales se réunissent au centre suivant 2 modalités différentes dans les 2 sous-ordres : 1 Sous-ordre des SPHAENACANTHA Schewiakoff. Parties basales des sp. r. en forme de pyramides à 5-6 faces, réunies en un c. centr. par les faces des pyramides. Membrane de la cap. c. mince. Couche gélat. avec 2 ou 1 pellicules. 6-12, rarement 24-40, My attachés à la face interne de la pellicule. 2 Sous-ordre des PHYLLACANTHA Schewiakoff. Parties basales des sp. r. en forme de pyramides, munies d'excroissances aliformes sur les bords, par lesquelles se fait l'union au centre en une croix foliacée, laissant dans le c. centr. 22 espaces pyramid. vides. Membrane de la cap. c. épaisse. 1 seule pellicule gélat., sur la face externe de laquelle sont fixés 30-60 My, rarement moins.

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
1 Squelette de 10 sp. d. 2	Ordre des **HOLACANTHA** Schew.		
– Squelette de 20 sp. r. 3			
2 Corps plasmat. métabolique, pas de cap. c., couche gélat. homogène, pas de My, 15-20 ax.	Fam. des *ACANTHOCHIASMIDAE* Haeckel. 10 sp. d. soit tous égaux, soit de longueur différente, tantôt se croisant simplement au centre, tantôt s'enchevêtrant entre eux par leurs parties médianes, tordues en spirale. Couche gélat. homogène, pas de My. 2 g. Méd.	g. ACANTHOCHIASMA Haeck. 10 sp. d. tous égaux et semblables, se croisant simplement au centre. 3 esp. Méd.	**rubescens** Krohn. D. sans sp. 0,24-0,35 mm. CC. à tous niveaux (0-1000 m) (Pl. 31, fig. 1). **fusiformis** Haeck. D. sans sp. 0,16-0,24 mm. C. à tous niveaux, de 0 à 1000 m. **serratulum** Schew. D. D. sans sp. 0,05-0,06 mm. R., en profondeur (150 m).
		g. ACANTHOCYRTA Schew. 10 sp. d. soit tous égaux, soit de longueur différente, s'enchevêtrant entre eux au centre par leurs parties médianes tordues en spirales. Ax. flexibles, en fouets. 1 esp. Méd.	**haeckeli** Schew. D. sans sp. 0,11-0,14 mm. R., de 0 à 800 m. (Pl. 31, fig. 2).
– Corps plasmat. métabolique, pas de cap. c., couche gélat. différenciée en 2 ou 1 pellicules, 2 ou 4 My.	Fam. des *ACANTHOPLEGMIDAE* Schew. 10 sp. d. soit égaux, soit de longueur différente, se croisant ou s'enchevêtrant au centre en un pseudo-corps central par les parties médianes tordues. Corps plasmat. arrondi ou 4-angulaire. Couche gélat. avec 2 ou 1 pellicules gélatin. et fibres élastiques. 2-4 My triangul., fixés à la face interne de la pellic. gélatin. externe. 3 g. Méd.	g. ACANTHOPLEGMA Schew. Sp. d. tous égaux, se croisant simplement au centre. 2 pellicules, 2 My. 1 esp. Méd.	**krohni** (Haeck.). D. sans sp. 0,3-0,38 mm. CC., de 0 à 1000 m. (Pl. 31, fig. 3).
		g. ACANTHOSPIRA Schew. Sp. d. tous égaux, s'enchevêtrant au centre en 1 peloton par leurs parties médianes tordues en spirale. 2 pellicules, 2 My triangulaires. 1 esp. Méd.	**spiralis** (Haeck.). D. sans sp. 0,24 mm. RR., en profondeur, de 150-1000 m. (Pl. 31, fig. 4, A, B).
		g. ACANTHOCOLLA Schew. 8 sp. d. égaux, 2 plus longs et différents des autres, réunis en 1 pseudo-c. centr. par leurs parties médianes tordues. Corps plasmat. aplati, 4-angul., fortement métabol. 1 pellic. gélat. 4 My. 1 esp. Méd.	**cruciata** (Haeck.). D. sans sp. 0,06 mm. C. de 50 à 700 m. (Pl. 31, fig. 5).
3 20 sp. r. réunis très étroitement en 1 c. centr. homogène ou stelliforme. Pas de cap. centr. 4	Ordre des **SYMPHYACANTHA** Schewiakoff.		

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
– 20 sp. r. réunis au centre suivant une autre modalité 7			
4 Parties basales des sp. r. indistinctes dans le c. central 5			
– Parties basales des sp. r. discernables dans le c. central 6			
5 20 sp. r. tous égaux.	Fam. des *ASTROLITHIDAE* Haeckel. 20 sp. r., égaux, réunis en 1 c. centr. sphérique homogène. Corps plasm. arrondi, sans cap. c. 2 pellicules avec fibres. Sur la face externe de la pel. i. sont fixés 16-12 My claviformes, ou 24-32 My filamenteux. Ax. très nombreux. 4 g. Méd.	g. Acantholithium Haeck. Sp. égaux, 4-angulaires ou comprimés, à double tranchant. 8-12 My claviformes. 2 esp. Méd.	**dicopum** Haeck. D. sans sp. 0,1 mm. C. à tous niveaux. (Pl. 31, fig. 6). **stellatum** Schew. D. sans sp. 0,1 mm. AC., en profondeur.
		g. Astrolithium Haeck. Sp. cylindriques, lisses, très élargis à la base. Corps plasmat. arrondi, métabolique. Pel. e et. fibres très fortes. 6-8 My. 1 esp. Méd.	**bulbiferum** Haeck. D. sans sp. 0,15-0,2 mm. CC., surtout en prof., à partir de 10 m. (Pl. 31, fig. 7).
		g. Astrolonche Haeckel. Sp. avec 2-6 rangées d'ap. sur les parties proximales, plus larges que les distales. Parties basales des sp. réunies en 1 c. centr. homogène étoilé. Corps plasmat. arrondi. Pel. e. et fibres fortes. Sur pel. i., extérieurement, sont fixés 8-12 My. 2 esp. Méd.	**serrata** (Haeck.). D. sans sp. 0,14-0,2 mm. R., surtout hiver, en surface. (Pl. 31, fig. 8, A, B). **pectinata** Müller. D. sans sp. 0,1 mm. RR., surface.
		g. Heliolithium Schew. Sp. cylindr., acuminés aux extrémités, sans ap., réunis en 1 corps central sphérique homogène. Corps plasmat. arrondi, de couleur jaune d'or. 24-32 My filamenteux. 1 esp. Méd.	**aureum** Schew. D. sans sp. 0,19 mm. CC., de 0 à 400 m. (Pl. 32, fig. 1).
– 20 sp. r. inégaux.	Fam. des *AMPHILITHIDAE* Haeckel. 2 sp. r. plus longs et d'une autre forme que 18 autres, réunis en 1 c. centr. homogène ou stelliforme. Corps plasmat. allongé, fusiforme ou ovalaire. 2 pellic. gélat.,	g. Amphilithium Haeck. 2 sp. r., plus ou moins subégaux, plus longs et plus larges que 18 autres, fins, flexibles, réunis en 1 corps central homogène plus ou moins ellipsoïdal. Corps plasmat. allongé, utriculaire. 12-16-24 My. 2 esp. Méd.	**concretum** Haeck. D. sans sp. 1,6-2,2 mm. C., surface, et surtout prof. **clavarium** Haeck. R. surtout en profondeur, de 150 à 300 m. (Pl. 32, fig. 2).

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	sur l'interne, extérieurement, sont fixés 6-24 My. 2 g. Méd.	g. Amphibelone Haeckel. 2 sp. r. subégaux, mais de forme différente, 2 fois plus longs et d'une autre forme que les autres. C. centr. homogène, stelliforme. Corps plasmat. allongé, cylindrique ou fusiforme. 6-16 My courts. 2 esp. Méd.	**hydrotomica** Haeck. L. 0,25, La 0,024 mm. C. surtout en prof., de 50-300 m. (Pl. 32, fig. 3). **anomala** Haeckel. L. 0,1-0,13, La 0,024-0,027 mm. C., surtout en profond., de 100 à 700 m.
6 20 sp. r. avec parties basales pyramidales, réunies en 1 c. centr. d'apparence homogène, plus ou moins nettement discernables.	Fam. des *PSEUDOLITHIDAE* Schewiakoff. Sp. r. subégaux fins, lisses ou avec ap. simples ou ramifiées en plaques grillagées. Parties basales pyramid., réunies en c. centr. d'apparence homogène, arrondi, plus ou moins facilement discernables. Corps plasmat. de dimensions très réduites, arrondi ou ellipsoïdal. Pas de cap. c., 2 pellic. gélat., sur l'interne sont fixés 16 My lamelleux. 3 g. Méd.	g. Pseudolithium Schew. Sp. r. fins, soit entièrement cylindr., soit aplatis et 4-angul. dans les parties proximales. Parties basales nettement visibles dans le c. central arrondi, homogène. Corps plasmat. petit, sphéroïdal, souvent de couleur jaune d'or. 2 esp. Méd.	**bifidum** Haèckel. D. sans sp. 0,3 mm. CC., à tous niveaux. (Pl. 32, fig. 4, A, B). **compressum** Haeck. D. sans sp. 0,2 mm. CC., surface et en prof. de 10 à 200 m.
		g. Dicranophora Schew. Sp. r. égaux, parties distales cylindr., parties proximales aplaties, 4 angul., avec 2 ap. opposées, bifurquées en fourchette. Parties basales pyramid., réunies en 1 c. centr. sphéroïd., nettement visibles. Corps plasmat. petit, arrondi. 1 esp. Méd.	**bütschlii** Schew. D. sans sp. 0,2 mm. RR., en prof. de 20 à 150 m. (Pl. 32, fig. 5).
		g. Haliommatidium Haeck. Sp. r. égaux, aplatis, à 2 tranchants, ou 4-angul. dans les parties proximales, avec ap. en plaques rhomboïdales, grillagées, pouvant s'anastomoser en coque ellipsoïdale ou sphéroïdale. Parties basales des sp. pyramid., réunies en 1 c. centr. arrondi très petit, dans lequel elles sont discernables avec difficulté. 3 esp. Méd.	**mülleri** Haeckel. D. du squelette 1,2-1,8 mm. CC. à tous niveaux. (Pl. 32, fig. 6). **cancellatum** Sch. L. du squelette 0,4-0,6 mm. C., surtout en prof. de 0 à 700 m. **tabulatum** Müller L. du squelette 0,5 mm. R., en profondeur de 100 à 200 m.
7 Parties basales de 20 sp. r. réunies au centre d'une manière très déliée sans formation du c. central. Pas de cap. c. 8	Ordre des **CHAUNACANTHA** Schewiakoff.		
– Parties basales de 20 sp. r. réunies au centre d'après			

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
d'autres modalités 11			
8 Couche gélat. homogène 9			
– Couche gélat. différenciée en pellicules 10			
9 20 sp. r. égaux, parties basales coniques.	Fam. des *CONACONIDAE* Schewiakoff. 20 sp. r. tous égaux et semblables, lancettiformes, 4-angul., ayant 2 bords opposés lisses et 2 autres dentelés, dont les parties basales se réunissent au centre d'une manière déliée. Corps plasmat. arrondi, métabolique, passant insensiblement en couche gélatin. homogène, sur la surface externe de laquelle sont fixés 4-6 My filamenteux. 15-20 ax. 1 g. Méd.	g. Conacon Schewiakoff. Caractères de la fam. 1 seule esp. Méd.	**foliaceus** Haeckel. D. sans sp. 0,8 mm. C. surtout en profondeur, de 50 à 400 m., plus rare à la surface. (Pl. 32, fig. 7).
– 20 sp. r. rarement subégaux, généralement 1 ou 2 plus gros et d'une autre forme que les autres.	Fam. des *GIGARTACONIDAE* Schewiakoff. Parties basales des sp. r. parfois subégaux, généralement inégaux, cordiformes ou en pépins de raisin. Corps plasmat. arrondi ou ovalaire, métabolique, entouré de couche gélatin. homogène, à la face externe de laquelle sont fixés 6-8-12 My filamenteux. « *Litholophus* » et stades de repos (« *Sphaerocapsidae* ») fréquents. 3 g. Méd.	g. Gigartacon Schew. Sp. r. subégaux, parties basales cordiformes ou en pépins de raisin. Corps plasmat. arrondi, métabolique. Couche gélat. homogène, fibrillaire, parfois avec rudiments des fibres élastiques, à l'extérieur de laquelle sont fixés 6-8, ou 12, My filamenteux. 4 esp. Méd.	**mülleri** Haeckel. D. sans sp. 0,09-0,12 mm. C., à tous niveaux.(Pl.32,fig.8). **fragilis** Haeckel. D. sans sp. 0,16-0,2 mm. C. en surface et jusqu'à 200 m. Stade de repos *Sphaerocapsa*. (Pl. 32, fig. 9). **denticulatus** Haeck. D. sans sp. 0,6 mm. R., en profondeur, de 0 à 300 m. **abcisus** Popofski. D. sans sp. 0,24 mm. R., à tous niveaux.
		g. Heteracon Schewiakoff. 1 sp. r. plus long et d'une autre forme que les autres. Parties basales des sp. en pépins de raisin. Corps plasm. arrondi, métabolique. A la face externe de la couche gélat. sont fixés 8 My filamenteux. 1 esp. Méd.	**biformis** Popofski. D. sans sp.0,08-0,13mm. C. à tous niveaux, de 0 à 400 m. (Pl. 33, fig. 1, A, B).
		g. Amphiacon Schew. 2 sp. r., parfois différents l'un de l'autre par la taille, sont 3 fois plus longs que les 18	**denticulatus** H. L. 0,24 mm, La 0,16 mm. C., de 0 à 400 m. (Pl. 33, fig. 2).

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		autres à 4 tranchants, finement dentelés. Parties basales coniques, ou en pépins de raisin. Corps plasmat. brun-jaune, allongé, ovalaire. A la face externe de la couche gélat. homogène, peu épaisse, sont fixés 8 My filamenteux. 1 esp. Méd.	
10 Couche gélat. différenciée en pellic. et en fibres élast. Sp. r. inégaux.	Fam. des *STAURACONIDAE* Schewiakoff. 20 sp. r. 4-angul. finement dentelés, dont 4 sp. é. plus longs et d'une autre forme que les autres. Parties basales des sp. coniques, ou en pépins de raisin, avec 4 bourrelets longitudinaux. Corps plasmat. brun-jaune, métabolique, rhomboïdal. 2 pellic. gélat., externe avec fibres élastiques radiaires et circulaires. Sur pel. e. sont fixés 12-16 My filamenteux. 1 g. Méd.	g. Stauracon Schew. Caractères de la fam. 1 esp. Méd.	**pallidus** Clapar. D. sans sp. 0,1-0,16 mm. AC. de 0 à 200 m. (Pl. 33, fig. 3, A-F).
11 Acanthaires supérieurs, pourvus d'une cap. c. avec membrane *fine* et de 20 sp. r., dont les parties basales pyramidales à 5-6 faces se réunissent au centre par les faces des pyramides ..... 12 – Union centrale des parties basales des sp. se fait suivant une autre modalité.. 18	Ordre des **ARTHRACANTHA** Schewiakoff. s/ordre des **Sphaenacantha** Schewiakoff.		
12 Sp. r. sans ap.	Fam. des *ACANTHOMETRIDAE* Haeckel. 20 sp. r. soit égaux, soit 2 ou 4 plus longs et d'une autre forme que les autres. Corps plasmat. arrondi, polygonal, allongé ovalaire ou aplati. Cap. c. avec membrane fine, entourée d'une mince couche hyaline, qui se prolonge le long des sp. jusqu'à l'unique	g. Acanthometra Müller. 20 sp. r. égaux, parties basales pyramidales à 5-6 faces. Corps plasmat. polygonal. 16, ou, le plus souvent, 32-40 My filamenteux. 6 esp. Méd.	**pellucida** Müller. D. sans sp. 0,24 mm. CC., cosmopolite, de 0 à 800 m. (Pl. 33, fig. 4, 5 D). **tetracopa** Müller. D. sans sp. 0,17 mm. CC., de 0 à 700 m. (Pl. 33, fig. 5 B). **fusca** Müller. D. sans sp. 0,23 mm. AC. en profondeur, plus R.

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	pellic. avec fibres élast., sur la face interne de laquelle sont fixés 16-40 My filamenteux. 3 g. Méd.		à la surface. (Pl. 33, fig. 5 A). **bulbosa** Haeckel. D. sans sp. 0,13 mm. R., en prof., de 50 à 200 m. (Pl. 33, fig. 5 C). **dolichoscia** Haeck. D. sans sp. 0,2 mm. R., en prof., à partir de 100 m. **prismatica** Haeck. D. sans sp. 0,2 mm. RR., en prof., vers 700 m.
		g. AMPHILONCHE Haeckel. 2 sp. é. opposés plus longs, plus gros et d'une autre forme que les autres. Parties basales des sp. r. en forme de très petites pyramides à 5-6 faces. Corps plasmat. allongé ovalaire. A la face interne de la pellic. gélat. sont fixés 16-24 My filamenteux. 1 esp. Méd.	**elongata** Müller. L. 0,6, La 0,05 mm. CC., à tous niveaux, plusieurs variétés. (Pl. 34, fig. 1, A-E).
— Sp. r. avec ap. 13		g. TETRALONCHE (Haeckel) Schewiakoff. 4 sp. é. plus longs et d'une autre forme que 16 autres. Corps plasm. arrondi, aplati ou utriculaire (description insuffisante de Haeckel). 1 esp. Méd.	**hastata** Haeckel. D. 0,055 mm. RR., isolé, en surface.
13 Sp. r. avec ap. non agencées en coques complètes.	Fam. des *LITHOPTERIDAE* Haeckel. 4 sp. é. plus longs et plus gros que 16 autres, avec 4 ap. grillagées, plates et triangulaires. 16 autres sp. r. en forme d'aiguilles fines, parfois de longueur différente, avec ap. semblables, mais très réduites. Corps plasmat. aplati, en forme de coussin 4-lobé. Sur la face interne de la pellicule gélat. sont attachées 5-8 paires de My filamenteux courts. 1 g. Méd.	g. LITHOPTERA Müller. Caractères de la fam. 2 esp. Méd.	**mülleri** Haeckel. Dimensions du squelette 0,18 × 0,18 mm. CC., à tous niveaux. (Pl. 34, fig. 2). **fenestrata** Müller. Dimensions du squelette 0,18 × 0,18 mm. C., à la surface et en profondeur.
— Sp. r. avec ap. agencées en coques........... 14			
14 Sp. r. égaux ou subégaux avec			

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
ap. grillagées, agencées en coques grillagées ou massives, sphéroïdales : a/1 coque ajourée ou massive .... 15 b/2 coques grillagées .... 16 — Sp. r. inégaux, coques cuirassées à parois très épaisses, généralement non sphéroïd. 17			
15 Sp. r. égaux avec ap. de forme diverse, agencées en 1 coque sphérique, parfois ellipsoïdale, grillagée ou massive.	Fam. des *DORATASPIDAE* (Haeckel) Schew. Sp. r. égaux et semblables, soit avec 2 ap. opposées, soit avec 4, disposées en croix, dont les ramifications forment les plaques penta- ou hexagonales, lesquelles, en se soudant entre elles, peuvent s'agencer en 1 coque grillagée ou massive, cette dernière à parois relativement minces. Parties basales des sp. coniques, plus rarement pyramidales. Corps plasmat., de couleur jaune ou rouge, sphéroïd. ou ellipsoïdal. A la face interne de la pellic. gélatin., tendue en dehors de la coque, sont fixés 6-16 My. 7 g. Méd.	g. Pleuraspis Haeckel. Sp. égaux avec 2 ap. opposés bifurquées 1 ou 2 fois, agencées en coque grillagée à larges mailles, ornée de sp. secondaires. Parties basales des sp. coniques. Corps plasmat. arrondi. 8 My courts, filamenteux. 2 esp. Méd.	**costata** Müller. D. de la coque 0,3 mm. CC., 2 variétés, à tous niveaux. (Pl. 34, fig. 3). **bipennis** Haeckel. D. de la coque 0,2 mm. AC. de 10 à 500 m.
		g. Stauraspis Haeckel. Sp. égaux avec 4 ap., simples ou bifurquées 1 ou 2 fois, agencées en 1 coque grillagée. Parties basales des sp. pyramidales. Corps plasmat. arrondi. A la face interne de la pellic. gélat. sont fixés 8 My courts, filamenteux. 1 esp. Méd.	**stauracantha** Haeckel. D. de la coque 0,2 mm. R., en surface et en prof. (150 m). (Pl. 34, fig. 4, 5).
		g. Lychnaspis Haeckel. Sp. égaux avec ap. en plaques ajourées, agencées en coque grillagée, ornée de sp. secondaires. Chaque plaque apophys. avec 4 p. asp. et 8-12 p. sut. Parties basales des sp. coniques. Corps plasmat. arrondi, jaunâtre. 8-16 My, fixés à la face interne de la pellic. gélatin., courts et filamenteux. 4 esp. Médit.	**giltschi** Haeckel. D. de la coque 0,2-0,3 mm. C., de 0 à 400 m. (Pl. 34, fig. 6). **polyancistra** Haeckel. D. de la coque 0,2 mm. C. de 0 à 700 m. (Pl. 34, fig. 7). **undulata** Haeckel. D. de la coque 0,26-0,36 mm. C. de 0 à 400 m. (Pl. 35, fig. 1). **maxima** Haeckel. D. de la coque 0,6-1 mm. RR., à tous les niveaux.
		g. Icosaspis Haeckel. Sp. égaux avec plaques apophysaires formant 1 coque	**elegans** Haeckel. D. de la coque 0,6-0,8 mm. AR., sur-

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		grillagée, ornée de sp. secondaires, parfois absents. Plaque avec 8 p. asp., 1-2 cercles p. cor. et 1 cercle des p. sut. Parties basales des sp. coniques. Corps plasmat. arrondi. A la face interne de la pellic. gélat. sont fixés 12-16 My larges, filamenteux. 2 esp. Méd.	face et prof. (150-m.) (Pl. 35, fig. 2). **ornata** Haeckel. D. de la coque 0,4 mm. R., en prof. (200 m).
		g. Dorataspis Haeckel. Sp. égaux avec plaques apophysaires penta- ou hexagonales, massives, agencées en coque massive, avec lignes des sutures visibles, ornée de sp. second. Plaque avec 2 p. asp., et 5-20 p. sut. Corps plasmat. sphéroïdal ou légèrement ellipsoïd. A la face interne de la pellic. gélat. 6-12 My filament., courts. 4 esp. Méd.	**loricata** Haeckel. D. de la coque 0,42 mm. C. à la surface et en profond. de 50-200 m. (Pl. 35, fig. 3). **gladiata** Haeckel. D. de la coque 0,2 mm. AR., en prof. (50-200 m). (Pl. 35, fig. 4). **micropora** Haeckel. D. de la coque 0,14 mm. RR., occasionnel à la surface. **macropora** Haeckel. D. de la coque 0,12-0,13 mm. RR., en prof. (150 m).
		g. Hystrichaspis Haeck. Sp. cylindr. comprimés, égaux, avec plaques apophysaires penta- ou hexagonales, massives, formant coque massive, sans lignes des sutures visibles, ornée de sp. second. Plaque avec 2 p. asp. et 1 cercle de 10-12 enfoncements, les uns aveugles, les autres perforés de pores sut., alternant entre eux, avec crêtes sur les bords, munies de sp. secondaires. Parties basales des sp. réunies en c. centr. stelliforme. Corps plasmat. de couleur brun-rouge, arrondi. A la face interne de la pellic. gélat. 8 My filamenteux. 1 esp. Méd.	**dorsata** Haeckel. D. de la coque 0,36-0,56 mm. C., surtout en prof. de 100 à 700 m. (Pl. 35, fig. 5).
		g. Dictyaspis Haeckel. Sp. égaux presque coniques, fortement comprimés, à double tranchant, avec plaques apophysaires massives, agen-	**solidissima** Haeck. D. de la coque 0,1-0,22 mm. RR., de 0 à 200 m.

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		cées en coque massive sphéroïdale ou ellipsoïd., sans lignes des sutures visibles. Plaque avec 2 p. asp., 9-12 p. cor. et 1 cercle des p. sut. Pores en entonnoirs avec crêtes, ornées de sp. secondaires. Corps plasmat. arrondi. A la face interne de la pellic. gélat. 6-8 My courts. 1 esp. Méd.	
16 Stades adultes avec 2 coques concentriques grillagées.	Fam. des *PHRACTOPELTIDAE* Haeckel. Sp. égaux, cylindr., comprimés, avec plaques apophysaires se formant aux niveaux différents et agencées en 2 coques grillagées concentriques. Plaques avec 2-4 p. asp., 1 cercle p. cor. et 1 cercle p. sut. Au-dessus de la 2e coque souvent des ap. du 3e ordre, simples, ramifiées ou en plaques ajourées, mais ne formant pas la 3e coque. Corps plasmat. arrondi, cap. c. entre 2 coques. Sur la face interne de la pellic. gélat., tendue en dehors des ap., 6-8 My courts. 1 g. Méd.	g. PHRACTOPELTA Haeck. Caractères de la fam. 3 esp. Méd.	**dorataspis** Haeck. D. de la coque 0,34 mm. AR., en surface et en profond. (150 m). (Pl. 35, fig. 6). **tessaraspis** Haeck. D. de la coque 0,54 mm. R., de 0 à 500 m. de prof. **hystrix** Müller. D. de la coque 0,32 mm. R., de 0 à 50 m.
17 Coques cuirassées à parois très épaisses, lenticulaires ou ellipsoïdales.	Fam. des *HEXALASPIDAE* (Haeckel). 2, ou 6, sp. r. plus longs et plus forts que les autres. Coques cuirassées à parois très épaisses, perforées de nombreux pores en entonnoirs, dont les bords sont entourés de crêtes dentelées avec sp. second., très développées en forme de manchons autour de gros sp., parfois autour de tous les sp., mais alors des dimensions réduites. C. centr. stelliforme, Corps plasmat. ellipsoïd. Pellic. gélatin. tendue en dehors de la coque, à la face interne de laquelle sont fixés 8-12 My. 3 g. Méd.	g. COLEASPIS Haeckel. 2 sp. é. opposés plus forts et différents des autres. Coque ellipsoïdale à parois épaisses, sans sutures visibles, perforées d'entonnoirs avec bords crénelés et sp. second., chacun avec 1-2 pores au fond. Manchons autour de tous les sp. A la face interne de la pellic. gélat., tendue en dehors de la coque, sont attachés 8-12 My courts. 2 esp. Méd.	**vaginata** Haeckel. L. de la coque 0,28 mm. C. surtout en prof. de 50 à 300 m, plus rare en surface. (Pl. 35, fig. 7). **coronata** Haeckel. L. de la coque 0,38 mm. C. à la surface et en prof. de 50 à 400 m.
		g. HEXALASPIS Haeckel. 2 sp. é. et 4 sp. p., situés dans le même plan, plus gros que les autres, qui peuvent être parfois rudimentaires. Coque cuirassée à parois épaisses, lenticulaire, perforée d'orifices en entonnoirs (p. asp.	**heliodiscus** Haeck. L. de la coque 0,02 mm. RR., en profond., à 200 m. (Pl. 35, fig. 8).

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		et p. sut.), sans sutures visibles. Entonnoirs, avec 1-2 pores au fond et sp. second. sur les bords, en forme de petites collerettes et non de gros manchons autour de sp. Parties basales des sp. pyramidales, réunies en 1 c. centr. étoilé. Corps plasmat. lenticulaire. Pellic. gélat. tendue à l'extérieur de la coque; à sa face interne sont fixés 8-12 My courts. 1 esp. Méd.	
		g. Hexaconus Haeckel. 2 sp. é. et 4 sp. p., situés dans le même plan, plus longs, plus gros et d'une autre forme que les autres, souvent rudimentaires. 2 sp. é. sont parfois plus gros que les sp. p. Coque cuirassée plus ou moins ellipsoïd., parfois arrondie, sans sutures visibles, à parois épaisses, perforées d'entonnoirs, entourés de crêtes, surmontées de sp. second. et formant des manchons de tailles diverses suivant les sp. (1/4-3/4 de longueur autour des gros, plus courts autour des petits). Parties basales des sp. réunies en c. centr. stelliforme. Corps plasmat. ellipsoïd. Pellic. gélat. à l'extérieur de la coque; à sa face interne 8-12 My courts. 2 esp. Méd.	**ciliatus** Haeckel. D. de la coque 0,25 × 0,22 mm. R., en prof., de 100 à 200 m. **serratus** Haeckel. Dim. de la coque 0,3 × 0,2 mm. RR., en prof. de 100 à 300 m.
— Coques cuirassées, à parois épaisses, allongées, en forme de gerbes de blé.	Fam. des *DIPLOCONIDAE* Haeckel. 2 sp. é. opposés plus longs, plus forts et d'une autre forme que les autres, entourés de 2 gros manchons coniques striés à la surface et dentelés aux bords, réunis par leurs sommets en une coque cuirassée allongée, resserrée au milieu; manchons sont réunis aux sp. é. par 6 brides longitudinales. Plaques apophysaires avec 2 p. asp. et 5 p.	g. Diploconus Haeckel. Caractères de la fam. 3 esp. Méd.	**fasces** Haeckel. L. de la coque 0,22 mm. AC., surtout en prof. de 50 à 200 m. (Pl. 36, fig. 1). **cylindrus** Haeck. L. de la coque 0,33 mm. R., surface et prof. entre 50 et 150 m. **saturnus** Haeck. L. de la coque 0,17 mm. R., surtout en prof. de 150 m.

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	sut. Parties basales des sp. réunies en c. centr. étoilé. Corps plasm. moniliforme, en 3 parties, membrane de la cap. c. indistincte. Pellic. gélat. en dehors de la coque; à sa face interne sont fixés 6-12 My. 1 g. Méd.		
18 Acanthaires supérieurs, pourvus d'une cap. c. avec membrane épaisse et de 20 sp. r., dont les parties basales pyramidales se réunissent au centre par les bords des pyramides ou par leurs expansions aliformes en « croix foliacée ».	s/ordre des **Phyllacantha** Schewiakoff.		
Sp. r. lisses, sans apophyses.	Fam. des *PHYLLOSTAURIDAE* Schewiakoff. Sp. r. lisses, sans ap., soit tous égaux, soit 2, ou 4, plus longs et d'une autre forme que les autres. Parties basales des sp. pyramidales, réunies en croix foliacée. Corps plasmat. arrondi, ovalaire - allongé ou en forme d'un coussin carré. Pellic. gélat. avec fibres élastiques, à l'extérieur de laquelle sont fixés 16-30, plus rarement 60, My filamenteux. 4 g. Méd.	g. Phyllostaurus Popofsky. Sp. r. tous égaux et semblables. Corps plasmat. arrondi. A l'extérieur de la pellic. gélat. 30-60 My filamenteux. 3 esp. Méd.	**siculus** Haeckel. D. 0,6-0,9 mm. CC., 2 variétés, à tous niveaux jusqu'à 1000 m. (Pl. 36, fig. 2 A). **cuspidatus** Haeck. D. du squelette 0,8-1,2 mm. CC., de 0 à 800 m. de profond. (Pl. 36, fig. 2 B). **quadrangulus** H. D. du squelette 0,3-0,7 mm. AC. de 0 à 200 m. de profond. (Pl. 36, fig. 2 C).
		g. Amphistaurus Schew. 2 sp. é. opposés plus longs et plus gros que les autres. C. centr. allongé, volumineux. Corps plasmat. ovalaire. Sur la face externe de la pellic. gélat. sont fixés 16-20 My filamenteux. 2 esp. Méd.	**complanatus** Haeck. D. du squelette 0,4-0,7 mm. AR., en prof., de 50 à 150 m. (Pl. 36, fig. 3). **tetrapterus** H. D. du squelette 0,3-0,4 mm. AR., en profondeur.
		g. Acanthostaurus Schewiakoff. 4 sp. é. plus longs et plus gros que les autres. Corps plasmat. quadrangul. ou qua-	**purpurascens** H. D. du squelette 0,6-0,9 mm. CC., à tous niveaux. (Pl. 36, fig. 4).

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		drilobé. A l'extérieur de la pellic. gélat. sont fixés 16-30 My filamenteux. 2 esp. Méd.	**conacanthus** Haeck. D. du squelette 0,3-0,4 mm. R., en profond. de 50 à 200 m.
		g. Lonchostaurus Haeck. 4 sp. é., différents entre eux par paires-horizontaux et verticaux, plus longs et plus gros que les autres. Croix foliacée allongée, grosse et massive. Corps plasmat. allongé ou même rhomboïdal. Pellic. gélat. fortement développée; à sa face externe 16 My. 1 esp. Méd.	**rhombicus** Haeck. D. du squelette 0,2 mm. R., en profond. de 50-400 m. (Pl. 36, fig. 5).
— Mêmes caractères essentiels, mais sp. r. avec apophyses 19			
19 Sp. r. avec ap. ne formant pas des coques.	Fam. des *STAURACANTHIDAE* Schewiakoff. Sp. r. tous égaux et de même forme, 4-angulaires, avec 4, ou plus, ap., disposées en croix, simples, ramifiées ou en plaques ajourées indépendantes. Corps plasmat. arrondi ou polygonal. Pellic. gélat. très épaisse, avec fibres élastiques, à la face externe de laquelle sont fixés 40-60 My. 4 g. Méd.	g. Xiphacantha Haeckel. Sp. r. avec 4 ou 8 ap. simples, non ramifiées, disposées en croix. Corps plasmat. arrondi, ou presque polygonal. Membrane de la cap. c. très épaisse. Pellic. gélat. avec fibres élastiques de 2 sortes; à sa face externe sont fixés 40-60 My. 3 esp. Méd.	**quadridentata** Müller. D. du squelette 0,6 mm. CC., à tous niveaux, de 0 à 450 m. de profond. (3 variétés). (Pl. 37, fig. 2, C, D). **alata** Müller. D. du squelette 1,3-1,6 mm. C. de 0 à 400 m. (Pl. 37, fig. 1, 2 A). **multispina** Müller. D. du squelette 0,4 mm. R., en surface et à faible prof. (Pl. 37, fig. 2 B).
		g. Pristacantha Haeckel. Sp. r. généralement avec 8, souvent plus, ap., disposées en 2 croix; parfois jusqu'à 40 ap. petites, dentiformes, sur chaque sp. Corps plasmat. arrondi, membrane de la cap. c. épaisse. Pellic. gélat. épaisse, à la face externe de laquelle sont fixés 40 My. 2 esp. Méd.	**octodon** Haeckel. D. du squelette 1,23-1,4 mm. RR., accidentel en surface. (Pl. 37, fig. 3 A). **multidentata** Sch. D. du squelette 1,6-2,6 mm. RR., en prof. de 50 à 150 m. (Pl. 37, fig. 3 B).
		g. Stauracantha Haeckel. Sp. r. 4-angul. avec 4 ap., disposées en croix, pouvant porter des ramifications des 2e et 3e ordres, non agencées en plaques. Corps plasmat. arrondi, membrane de la	**orthostaura** Haeck. D. du squelette 0,7-1 mm. C. de 0 à 700 m. de prof. (Pl. 37, fig. 4). **spinulosa** Haeckel. D. du squelette 0,54

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		cap. c. épaisse. Pellic. gélat. avec fibres élastiques; à sa face externe sont fixés 40 My. 2 esp. Méd.	mm. RR., occasionnel en surface.
		g. PHATNACANTHA Haeckel. Sp. r. avec ap. en plaques carrées ajourées, indépendantes. Corps plasmat. arrondi ou légèrement ovalaire, membrane de la cap. c. épaisse. Pellic. gélat. avec fibres élast., à sa face externe 50 My filamenteux. 1 esp. Méd.	**icosaspis** Haeck. D. du squelette 0,64-0,8 mm. AC., de 0 à 200 m. de profond. (Pl. 36, fig. 7).
— Sp. r. avec plaques apophysaires agencées en coques grillagées complètes.	Fam. des *DICTYACANTHIDAE* Schewiakoff. Sp. r. égaux et semblables, 4-angul., avec plaques apophysaires ajourées convexes, agencées en coque grillagée arrondie. Plaque avec 4 p. asp. et 8 p. cor. Corps plasmat. arrondi, membrane de la cap. c. épaisse. Pellic. gélat. avec fibres élast.; à sa face externe sont fixés 50 My filamenteux. 1 g. Méd.	g. DICTYACANTHA Schew. Caractères de la fam. 2 esp. Méd.	**tetragonopa** H. D. du squelette 0,7 mm. R., en profond. de 150 à 200 m. (Pl. 37, fig. 5). **tabulata** Haeckel. D. du squelette 1,2 mm. R., en profond. 150-300 m. (Pl. 37, fig. 6).

INDICATIONS PRATIQUES

Les Acanthaires sont très fragiles et leur étude doit se faire, de préférence, sur le vivant, avec ou sans emploi de colorants vitaux usuels. La reconnaissance de la modalité de l'union centrale des parties basales des spicules radiaires, si importante pour la taxonomie, exige souvent la suppression du corps cytoplasmique. Cette dernière peut être obtenue soit par l'incinération rapide de l'Acanthaire à la flamme du bec Bunsen, soit par l'addition d'une goutte d'acide sulfurique et le lavage immédiat par l'alcool absolu. Le squelette peut être monté ensuite dans la Gomme Damar. On peut obtenir l'éclaircissement du corps plasmatique des Acanthaires en les plongeant dans le liquide de Faure qui permet et facilite souvent l'étude de leur corps central. Pour des études cytologiques il est préférable d'employer les fixateurs alcooliques ou à base d'acide osmique. L'inclusion peut se faire dans la paraffine d'une manière habituelle.

Ouvrages à consulter

1926. SCHEWIAKOFF, W. — Acantharia. *Fauna e Flora del Golfo di Napoli*. Mem. 37.
1953. TRÉGOUBOFF, G. — Classe des Acanthaires. *Traité de Zoologie* de P. Grassé, T. 1, fasc. 2.

Explications des planches

Sauf les indications contraires, les figures des planches ont été reproduites d'après celles de la Monographie de Schewiakoff (1926).

Planche 30. HELIOZOAIRES. ACANTHAIRES

Fig. 1. *Raphidiophrys pallida* Schulze, *in vivo*, d'après Schulze; fig. 2. *Acanthocystis aculeata* Hertw. et Less., *in vivo*, d'après Hertw. et Less.; fig. 3. Orientation des spicules chez les Acanthaires d'après la loi de Müller. A-vue de côté, B-vue de profil: sp. é-spicules équatoriaux, sp. p-spicules polaires, sp. t-spicules tropicaux, (d'après Delage et Herouard, légèrement modifié); fig. 4. Formes des spicules chez les Acanthaires; A-spicule diamétral d'*Acanthochiasma fusiformis* Haeck.; B-spicule radiaire quadrangulaire avec base pyramidale d'*Amphilonche elongata* Müller; C-partie basale en pépin de raisin de *Heteracon biformis* Pop.; D-sp. r. avec ap. simples de *Xiphacantha quadridentata* Müller; fig. 5. Sp. r. avec 4 ap. ramifiées de *Stauraspis stauracantha* Haeck.; fig. 6. Plaque apophysaire grillagée isolée d'*Icosaspis elegans Haeck.*, montrant 4 p. asp., plusieurs cercles des p. cor. et p. sut. périphériques; fig. 7. *Amphilithium dicopum* Haeck; manchon pyramidal autour d'un sp. r., montrant la couche ectoplasmique adhérente au spicule (ec), les 2 pellicules gélatineuses (pel. e, pel. i), les fibres élastiques (fr. et fc.), les orifices de sortie des axopodes (0) et les myonèmes (my); fig. 8. *Litholophus* de *Heteracon biformis* Pop.; fig. 9. *Amoebophrya acanthometrae* Koeppen dans l'ectoplasme d'*Acanthocolla cruciata* (Haeck), d'après Borgert; fig. 10. Modalités de l'union centrale des spicules chez les Acanthaires; A-Ordre des *Holacantha* (*Acanthochiasma rubescens* Krohn); B-union centrale chez *Acanthospira spiralis* Haeck.; B[1]-partie médiane, tordue en spirale, du sp. d. d'*Acanthospira spiralis* Haeck.; C-ordre des *Symphyacantha* (*Astrolithium bulbiferum* Haeck.); D-ordre des *Chaunacantha* (*Stauracon pallidum* Clap.); E-ordre des *Arthracantha*, s/ordre des *Sphaenacantha* (*Acanthometra pellucida* Müller); F-ordre des *Arthracantha*, s/ordre des *Phyllacantha* (*Phyllostaurus siculus* Haeck.).

Planche 31. ACANTHAIRES

Fig. 1. *Acanthochiasma rubescens* Krohn, *in vivo;* fig. 2. *Acanthocyrta haeckeli* Sch. *in vivo;* fig. 3. *Acanthoplegma krohni* (Haeck.) *in vivo;* fig. 4. *Acanthospira spiralis* (Haeck.). A-B. parties médianes, tordues spiralement des sp. d.; fig. 5. *Acanthocolla cruciata* (Haeck.) *in vivo;* fig. 6. *Acantholithium dicopum* Haeck. *in vivo;* fig. 7. *Astrolithium bulbiferum* (Haeck.) *in vivo;* fig. 8. *Astrolonche serrata* (Haeck.). A-B. sp. r. avec ap., vus de deux côtés.

Planche 32. ACANTHAIRES

Fig. 1. *Heliolithium aureum* Schew.; squelette; fig. 2. *Amphilithium clavarium* Haeck.; squelette; fig. 3. *Amphibelone hydrotomica* Haeck. *in vivo;* fig. 4. *Pseudolithium bifidum* Haeck. A-parties basales des sp. r; B-modalité de l'union des parties basales des sp. r.; fig. 5. *Dicranophora bütschlii* Schew. A-partie proximale d'un sp. r.; B, C-parties proximales de 2 sp. r. avec ap. bifurquées, vues des côtés différents; fig. 6. *Haliommatidium mülleri* Haeck; partie du squelette montrant les plaques apophysaires indépendantes; fig. 7. *Conacon foliaceus* Haeck. *in vivo;* fig. 8. *Gigartacon mülleri* Haeck. *in vivo;* fig. 9. Forme *Sphaerocapsa* de *Gigartacon fragilis* Haeck. *in vivo.*

Planche 33. AGANTHAIRES

Fig. 1.*Heteracon biformis* Pop. A-gros sp. r.; B-petit sp. r; C, D-parties basales des sp. r. vues des côtés différents; fig. 2. *Amphiacon denticulatus* Haeck. *in vivo;* fig. 3. A-*Stauracon pallidus* Clap. *in vivo;* B-partie proximale d'un sp. r.; C-partie médiane du sp. r., fortement grossie; D, E-partie basale du sp. r., vue du côté étroit (D) et du côté large (E); F - modalité de l'union centrale des sp. r.; fig. 4. *Acanthometra pellucida* Müll; partie du corps montrant : endoplasme (en), ectoplasme intracapsulaire (ec. i.), membrane de la capsule centrale (cap. c.), ectoplasme extracapsulaire (ec. e.), axopode (ax), myonèmes (my), Zooxanthelles (z), les noyaux (n) et sp. r.; fig. 5. Spicules radiaires de diverses espèces du g. *Acanthometra* : A-de *A. fusca*, B-de *A. tetracopa*, C-de *A. bulbosa*, D- de *A. pellucida.*

Planche 34. ACANTHAIRES

Fig. 1. *Amphilonche elongata* Müller. A-*in vivo;* B-sp. é.; C, D-petit sp. r., vu du côté étroit (C) et du côté large (D); E-modalité de l'union centrale des sp. r.; fig. 2. *Lithoptera mülleri* Haeckel, stade jeune, *in vivo;*

fig. 3. *Dorataspis costata* Müll., squelette; fig. 4. *Stauraspis stauracantha* Haeck., squelette; fig. 5. Sp. r. de *Stauraspis stauracantha* Haeck. avec ses 4 ap. bifurquées; fig. 6. *Lychnaspis giltschi* Haeck., squelette; fig. 7. *Lychnaspis polyancistra* Haeck., squelette.

Planche 35. ACANTHAIRES

Fig. 1. *Lychnaspis undulata* Haeck., squelette; fig. 2. *Icosaspis elegans* Haeck., sp. r. avec sa plaque apophysaire ajourée; fig. 3. *Dorataspis loricata* Haeck., squelette; fig. 4. *Dorataspis gladiata* Haeck., squelette; fig. 5. *Hystrichaspis dorsata* Haeck., squelette; fig. 6. *Phractopelta dorataspis* Haeck., squelette; fig. 7. *Coleaspis vaginata* Haeck., squelette; fig. 8. *Hexalaspis heliodiscus* Haeck., squelette.

Planche 36. ACANTHAIRES

Fig. 1. *Diploconus fasces* Haeck., *in vivo;* fig. 2. Spicules radiaires de diverses espèces du g. *Phyllostaurus* Haeck. A-de *Ph. siculus*, B-de *Ph. cuspidatus*, C-de *Ph. quadrangulus;* fig. 3. *Amphistaurus complanatus* Haeck., spicule radiaire; fig. 4. *Acanthostaurus purpurascens* Haeck., squelette; fig. 5. *Lonchostaurus rhombicus* Haeck., squelette; fig. 6. *Phatnacantha icosaspis* Haeck. A-spicule radiaire, B-plaque apophysaire du sp. r.

Planche 37. ACANTHAIRES

Fig. 1. *Xiphacantha alata* Müll., squelette; fig. 2. Spicules radiaires de diverses espèces du g. *Xiphacantha :* A-de *X. alata*, B-de *X. multispina*, C, D-parties moyennes des sp. r. de *X. quadridentata;* fig. 3. Spicules radiaires de deux espèces du g. *Pristacantha :* A-de *P. octodon*, B-de *P. multidentata;* fig. 4. *Stauracantha orthostaura* Haeck., *in vivo;* fig. 5. *Dictyacantha tetragonopa* Haeck., squelette; fig. 6. *Dictyacantha tabulata* Haeck., partie proximale du sp. r. avec plaque apophysaire, vue de côté.

CHAPITRE XIV

RADIOLARIA (RADIOLAIRES)

par

G. TRÉGOUBOFF

CARACTÈRES GÉNÉRAUX

Les Radiolaires, qui constituent la troisième et dernière classe des Rhizopodes Actinopodes, sont généralement qualifiés de perforés (*R. porulosa* et *osculosa*) à cause de la présence constante chez eux d'une capsule centrale, dont la membrane, de nature protéïque, séparant l'ectoplasme extracapsulaire de l'endoplasme intracapsulaire, est perforée soit de nombreux pores fins, disséminés sur toute sa surface, soit d'un, ou de plusieurs, orifices de structure particulière et strictement localisés. Un autre caractère essentiel des Radiolaires est la nature de leur squelette autogène, constitué par de la silice pure amorphe (opale). La couche gélatineuse, qui existe chez tous les Radiolaires, est homogène, sans aucune différenciation particulière, et se trouve incluse dans l'épaisseur de l'ectoplasme. Par contre, le dernier caractère, soit disant essentiel des Radiolaires, admis classiquement (v. TRÉGOUBOFF, 1953), c'est-à-dire l'absence chez eux d'axopodes, ne peut plus être considéré actuellement comme tel. Une courte note de HOLLANDE et ENJUMET (1954) relate l'existence d'axopodes chez de nombreux Radiolaires Shaerellaires et Nassellaires, tout comme chez des Acanthaires et Héliozoaires, en même temps que celle de pseudopodes rayonnants réticulés d'origine ectoplasmique.

Très nombreux, environ 750 genres actuels, les Radiolaires, tous marins pélagiques, répandus dans toutes les mers et à tous les niveaux, vivent généralement à l'état isolé (R. Monocyttaires); d'autres ont été décrits comme vivant à l'état colonial (R. Polycyttaires), mais, comme il va être exposé plus loin, certains parmi eux ont été reconnus comme étant des stades évolutifs de quelques R. Monocyttaires. Au point de vue de leur morphologie externe et surtout de leur conformation squelettique, les Radiolaires présentent une telle diversité que la description dans la partie systématique de plusieurs types, caractéristiques des divers ordres, en lesquels on les divise, sera nécessaire.

MORPHOLOGIE GÉNÉRALE

Il est malaisé d'exposer actuellement la morphologie générale des Radiolaires, car la conception classique, telle qu'elle a été présentée par nous dans le Traité de Zoologie de P. GRASSÉ et résumée dans le paragraphe qui suit, doit subir des modifications continuelles au fur et à mesure que sont publiés les résultats des études cytologiques, poursuivies actuellement par HOLLANDE et ENJUMET.

Corps protoplasmique. — Le corps plasmatique des Radiolaires est constitué par l'ectoplasme périphérique, nettement séparé de l'endoplasme intérieur par la membrane de la capsule centrale.

Ectoplasme. — On distingue dans l'ectoplasme ou « calymma » 3 zones ou couches :

a) couche externe, formant un mince réseau périphérique;

b) couche moyenne alvéolaire avec un réseau plasmatique fortement développé, enrobant dans ses mailles la gelée homogène plus ou moins abondante;

c) couche interne péricapsulaire, plus compacte, appelée « *sarcode-matrix* », aux dépens de laquelle se forment les pseudopodes périphériques rayonnants, anastomosables entre eux.

La partie moyenne de l'ectoplasme contient les diverses inclusions alimentaires, telles que les vésicules digestives et les restes d'aliments non digérés. La couche gélatineuse, incluse dans son épaisseur, peut prendre parfois un développement considérable. C'est grâce à elle que certains Radiolaires Monocyttaires deviennent visibles à l'œil nu et peuvent atteindre de 4 à 30 mm de diamètre, tandis que les colonies de quelques Radiolaires Polycyttaires arrivent à avoir de 10 à 25 cm de longueur.

C'est uniquement dans l'ectoplasme que sont localisées les Zooxanthelles symbiotes, qui se rencontrent chez tous les Radiolaires sauf chez ceux de l'ordre des Phoeodariés, qui sont hautement différenciés et semblent présenter un métabolisme particulier. Les Zooxanthelles des Radiolaires, morphologiquement différentes de celles des Acanthaires, sont des Dinoflagellés et leurs zoospores sont du type gymnodinien.

Endoplasme. — L'endoplasme, finement granuleux et généralement plus compact que l'ectoplasme, est rempli d'inclusions alimentaires telles que les globules et les gouttelettes de graisse et d'huile diversement colorées, ainsi que de corps pigmentaires de couleur brune, jaune, rouge, bleue, verte, etc. Il contient également une réserve particulière de matières nutritives sous forme de cristaux de nature albuminoïde, qui apparaissent en abondance surtout à la fin de la vie végétative et semblent être destinés principalement aux éléments de la multiplication (isospores), lesquels, à la libération, en emportent chacun 1 ou 2 à l'intérieur de leurs corps. Certains Radiolaires Collodariés contiennent en outre de nombreux cristaux de sulfate de strontiane (célestine), dont la signification et le rôle ne sont pas encore élucidés.

Appareil nucléaire. — L'appareil nucléaire, confiné dans l'endoplasme, est représenté chez presque tous les Radiolaires par un noyau unique, de taille et de forme diverses suivant les ordres. Ainsi, chez les Collodariés il est volumineux, de 250 à 300 μ de diamètre en moyenne, avec plusieurs nucléoles et un centrosome, et on peut reconnaître, au début de sa division, dans son intérieur environ 50 chromosomes. Le noyau est également très volumineux chez les Phoeodariés, chez lesquels il apparaît comme un véritable polycaryon, dépourvu de centrosome et montrant pendant les mitoses végétatives de 1000 à 1500 chromosomes.

La forme du noyau est, généralement, en relation avec celle de la capsule centrale, et il peut être, en conséquence, sphérique, ovalaire, lenticulaire et même lobé. La surface de la membrane nucléaire est, le plus souvent, lisse, mais chez quelques formes elle présente des gibbosités et même des papilles digitiformes périphériques.

Seuls les Radiolaires coloniaux ou Polycyttaires font exception à la règle générale et possèdent toujours à l'état adulte un grand nombre de petits noyaux, disséminés dans l'endoplasme; le noyau unique n'existe que chez leurs stades initiaux, très jeunes.

Une note préliminaire de HOLLANDE et ENJUMET (1954) signale l'existence, chez de nombreux Radiolaires Sphaerellaires et Nassellaires, d'un centroplaste (ou axoplaste), duquel rayonnent les axopodes. Le centroplaste peut être intranucléaire, sphérique, annulaire ou étiré en haltère, ou être représenté par des grains ou des corpuscules, disposés à la périphérie du noyau, immédiatement sous sa membrane (Sphaerellaires); il peut être extranucléaire chez les Nassellaires. Dans quelques cas les axopodes semblent se terminer librement dans l'endoplasme, comme cela a été décrit chez certains Héliozoaires.

CAPSULE CENTRALE. — La membrane de la capsule centrale, de nature chitinoïde, est simple chez la majorité des Radiolaires et présente les doubles contours seulement chez les Phoeodariés. La communication entre l'ectoplasme extracapsulaire et l'endoplasme intracapsulaire est assurée grâce à ses perforations, lesquelles, caractéristiques pour les 3 ordres de Radiolaires, présentent 3 modalités :

1. la membrane est perforée de nombreux pores fins, disséminés sur toute sa surface (Radiolaires péripylés) (Pl. 38, fig. 1);

2. il n'existe chez elle qu'un seul orifice, situé à la base tronquée de la capsule centrale, généralement elliptique; la partie convexe de la capsule est dépourvue de pores, ces derniers étant tous localisés dans la partie basale plane, où ils forment une sorte de crible ou de tamis, désigné sous le nom de « champ de pores », et auxquels aboutissent 30-60, ou plus, tubes fins, agencés en une formation conique, appelée le « podocône », se prolongeant à l'intérieur à peu près jusqu'au milieu de la capsule centrale, qui se montre souvent diverticulée ou lobée, ainsi que le noyau, devenu excentrique (Radiolaires osculés monopylés) (Pl. 38, fig. 2); (1)

3. la membrane est percée de 3, plus rarement d'1 seul, et exceptionnellement chez quelques formes aberrantes de plusieurs, orifices particuliers, disposés généralement de la manière suivante : un gros, ou astropyle, au pôle inférieur, oral, de la capsule ellipsoïdale, et les 2 autres, les parapyles, plus petits, situés latéralement par rapport au pôle supérieur aboral. Ces orifices ont leurs bases élargies en mamelons striés et sont prolongés par des tubes cylindriques, les proboscis, plus ou moins longs, qui plongent dans l'ectoplasme extracapsulaire (Radiolaires osculés cannopylés ou tripylés) (Pl. 38, fig. 3).

SQUELETTE. — Les Radiolaires soit nus, dépourvus de tout élément squelettique, soit possédant un squelette hétérogène, constitué par divers corps étrangers agglomérés à la périphérie de leurs corps plasmatiques, sont peu nombreux. La plupart des Radiolaires sécrètent eux-mêmes leur squelette, lequel chez de nombreux Radiolaires actuels s'agence par voie centrifuge à la suite du dépôt de la silice dans les endroits appropriés de la couche ectoplasmique. Ce squelette peut être discontinu, c'est-à-dire représenté par des spicules isolés tangentiels, périphériques, quand le dépôt de la silice a lieu seulement par places dans la zone ectoplasmique superficielle, soit continu en forme d'une coque grillagée, résultant du dépôt de la silice dans toutes les mailles d'un réseau complet. Chez de nombreux Radiolaires cette coque peut rester unique pendant toute leur vie, mais chez d'autres se forment, avec l'âge et par le même processus, plusieurs, jusqu'à 10, coques concentriques, la capsule centrale restant emprisonnée

(1). D'après HOLLANDE et ENJUMET (1954) le podocône des Nassellaires doit être interprété comme le faisceau d'axopodes, dépendant d'un centroplaste logé dans l'intérieur de la capsule centrale en dessous du noyau devenu excentrique.

à l'intérieur de la première, la plus ancienne. Dans ce cas toutes les coques portent le nom de corticales. La solidité de l'appareil squelettique dans le cas des coques multiples est assurée par la formation des trabécules ou des piliers radiaires qui relient les 2 coques concentriques consécutives à partir de la première formée, sur laquelle ils sont implantés. Ces trabécules résultent du dépôt de la silice dans la couche moyenne de l'ectoplasme et se prolongent généralement bien au-delà de l'ultime coque sous forme d'épines ou de spicules, parfois très longs, désignés sous le nom de spicules radiaires primaires. Très souvent la surface de la dernière coque est ornée d'autres petites épines, de forme diverse, implantées perpendiculairement, appelées les épines ou les spicules secondaires.

Il est impossible de donner actuellement une explication suffisante concernant la formation de 1 ou de 2 coques qu'on trouve à l'intérieur des capsules centrales chez de nombreux Radiolaires. Depuis Hertwig, sans que le fait soit vérifié d'une manière précise, on considérait ces coques médullaires comme formées en premier lieu et devenues intracapsulaires par suite de l'accroissement, avec l'âge, de la capsule centrale et de la masse endoplasmique. Les micropaléontologistes (v. Deflandre, 1953), en se basant sur l'étude de leur matériel uniquement fossilisé, admettent la possibilité de la croissance centripète du squelette chez les Radiolaires, qui se manifesterait soit par la formation de piquants convergeant vers le centre, soit par la formation de coques médullaires complètes, lesquelles seraient ainsi de formation secondaire et non primaire. Toutefois cette interprétation n'a pu être vérifiée jusqu'à présent sur les Radiolaires vivants. Mais quel que soit le mode de leur formation, la présence et le nombre de coques médullaires sont considérés comme des caractères génériques importants dans la classification actuelle des Radiolaires.

Les formes du squelette des Radiolaires présentent une variété infinie, et les principales parmi elles seront décrites dans les tableaux dichotomiques de la partie systématique. On doit signaler toutefois, dès maintenant, que dans les 3 ordres de Radiolaires, en corrélation avec les 3 types des capsules centrales décrites plus haut, le squelette présente dans chaque ordre des caractères particuliers. Ainsi, chez les Radiolaires péripylés le squelette discontinu ou continu, complet et généralement régulier, est constitué par des éléments siliceux pleins. Chez les Radiolaires osculés monopylés le squelette, fait également par des éléments pleins, a la forme de coques incomplètes asymétriques, réduites parfois à de simples anneaux ou à des ceintures. Chez les Radiolaires cannopylés ou Phoeodariés le squelette, soit discontinu, soit continu en forme de coques périphériques corticales, est constitué, à l'exception d'une seule famille, par des éléments siliceux creux, dont les cavités sont remplies par une gelée semi-liquide.

PHYSIOLOGIE

Motilité. — La flottaison des Radiolaires dans la mer est facilitée par l'existence sur leurs coques de spicules radiaires souvent très longs, réalisant ainsi le type planctonique échinoïdal, assurant parfaitement la suspension, et par leurs pseudopodes périphériques rayonnants, ainsi que par la présence de la couche gélatineuse fortement vacuolisée et de nombreuses gouttes d'huile, situées dans l'endoplasme. Leurs mouvements d'ascension et de plongée sont déterminés par la contraction et la distension de leurs pseudopodes et du corps plasmatique, ainsi que par la formation et l'éclatement de vésicules, non pulsatiles, qui se forment dans l'ectoplasme.

Nutrition. — Le mode de nutrition des Radiolaires est holozoïque et se fait au détriment de divers éléments du microplancton, qui sont capturés par les pseudopodes; la digestion et l'assimilation des proies capturées s'accomplissent comme chez les Acanthaires.

MULTIPLICATION

Les modalités de la reproduction des Radiolaires ne sont pas connues dans tous leurs détails à l'heure actuelle. On sait seulement avec certitude qu'ils peuvent se multiplier soit par voie végétative, soit former des spores flagellées, dont la valeur reste inconnue, car on ignore si ce sont des gamètes ou de simples éléments de propagation.

Reproduction végétative. — Observée à peu près chez les représentants de tous les ordres des Radiolaires, la reproduction végétative se fait par simple division binaire, le noyau se divisant mitotiquement en premier lieu, puis la capsule centrale. Les divisions du corps plasmatique et du squelette peuvent être retardées, de sorte qu'on observe souvent les stades pluricapsulés temporaires (Collodariés, Phoeodariés), ressemblant aux formes dites coloniales. La division du corps plasmatique se fait par son étranglement en biscuit, celle du squelette peut présenter plusieurs modalités. Dans le cas d'un squelette discontinu les spicules sont partagés en parts égales entre les 2 individus fils; chez les formes possédant le squelette bivalve (Concharides) chaque produit de la division emporte une seule valve et reforme ensuite la deuxième; chez les Radiolaires ayant un squelette compact, non divisible (Radiolaires monopylés), tout le squelette reste à l'un des deux individus, tandis que l'autre, nu au début, sécrète ultérieurement son squelette en entier.

Sporogénèse. — Elle consiste en production d'isospores uninucléées biflagellées du type cryptomonadinien, dites « spores à cristaux », parce qu'elles contiennent, à côté des globules de graisse et des gouttelettes d'huile, 1 ou 2 cristaux de nature albuminoïde, incorporés au moment de leur individualisation. La cytologie de l'isosporogénèse, insuffisamment connue, est seulement amorcée à l'heure actuelle chez quelques Collodariés par Hollande et ses élèves (1953); néanmoins, malgré notre ignorance de la nature et du sort ultérieur des isospores, elle doit être considérée comme le seul mode certain de la reproduction des Radiolaires. En effet, la prétendue anisosporogénèse, admise encore il n'y a pas longtemps par de nombreux auteurs, comportant la production de zoospores de 2 sortes, les grandes et les petites, considérées à tort par eux comme étant respectivement des gamètes femelles et mâles, ne fait pas partie du cycle évolutif des Radiolaires. Il est reconnu actuellement que tous ces éléments sont du type spirodinien et ne représentent que les stades évolutifs de plusieurs espèces de Dinoflagellés parasites, appartenant soit au genre *Merodinium*, dans le cas de leur localisation dans le cytoplasme extra, et intracapsulaire, soit au genre *Solenodinium*, qui est parasite intranucléaire de certains Collodariés.

DÉVELOPPEMENT

L'étude du développement des Radiolaires, d'importance primordiale aussi bien pour la compréhension de la formation du squelette qu'au point de vue taxonomique, n'a pas été faite jusqu'à présent. Les recherches en cours de Hollande et Enjumet concernant le cycle évolutif de quelques Collodariés et Polycyttaires permettent d'envisager, dès maintenant, la révision future de la systématique de ces 2 ordres des Spumellaires

étant donné qu'elles ont mis en évidence les liens étroits qui existent, par exemple, entre quelques espèces de *Thalassophysa* (Collodariés) et les espèces précises du genre *Collozoum* (Polycyttaires), considérées jusqu'à présent comme des genres indépendants et appartenant aux 2 sous-ordres différents.

PARASITES DES RADIOLAIRES

Parmi les Radiolaires ce sont surtout les Collodariés et les Polycyttaires qui hébergent le plus de parasites. Ces derniers sont des Dinoflagellés et appartiennent aux différentes espèces des genres *Merodinium* et *Syndinium*, localisés soit dans l'ectoplasme, soit dans l'endoplasme, et à une espèce du genre *Solenodinium*, dont les jeunes stades sont intranucléaires chez les Thalassicolles (1). Un parasite particulier, dont le cycle évolutif et les affinités ne sont pas encore établis avec certitude, a été signalé par Hollande (1953) sous le nom de *Caryotoma bernardi* dans les noyaux des Thalassicolles. Il est probable qu'*Aulacantha scolymantha*, Radiolaire Phoeodarié, héberge également des Dinoflagellés parasites, mais leur étude reste encore à faire. Enfin, l'unique Radiolaire *incertae sedis*, *Sticholonche zanclea* Hertwig, est souvent parasité par *Amoebophrya sticholonchae* Koeppen, très voisine de celle des Acanthaires.

ÉCOLOGIE

La distribution verticale des Radiolaires dans la mer varie suivant les ordres. Ainsi les Radiolaires péripylés et monopylés sont abondants à la surface, de 0 à 50 m pendant la saison froide et ne descendent en profondeur, à 100 m et au delà, qu'au moment où la température de la couche superficielle de la mer atteint + 20°C. Par contre, les Radiolaires cannopylés ou les Phoeodariés vivent de préférence en profondeur et certains parmi eux se montrent nettement localisés. Ainsi, les représentants des familles des Aulacanthides, des Challengerides, des Medusettides, sont caractéristiques du knéphoplancton, de 100 à 400 m, et peuvent être capturés en hiver à la surface; ceux appartenant à la famille des Tuscarorides sont des habitants de la zone oligophote, entre 400 et 1500 m, tandis que les Pharyngellides appartiennent au nyctoplancton et n'ont été pêchés jusqu'à présent qu'au delà de 1500 m. Toutefois l'étude écologique précise des Radiolaires n'a pas été faite, jusqu'à présent, d'une manière suivie dans la Méditerranée.

AFFINITÉS DES RADIOLAIRES

On admet actuellement que les Radiolaires s'apparentent aux Dinoflagellés par l'intermédiaire de certains Péridiniens de la famille des *Gymnosclerotidae*, tels que *Gymnaster pentasterias* et *Plectodinium nucleovolavatum*, qui possèdent des caractères cytologiques (structure des noyaux, présence de la membrane de la capsule centrale périnucléaire de nature protéique) et squelettiques (existence d'un squelette siliceux discontinu interne) tout à fait homologues de ceux des Radiolaires. Les Radiolaires pourraient avoir ainsi une souche ancestrale commune avec les Dinoflagellés et dériver, probablement, des Pyrrhomonadines, de même que les Cryptomonadines.

---

(1). Postérieurement à la rédaction de ce chapitre, Hovasse et Brown (1953), Hollande et Enjumet (1953, 1955), ont décrit ou signalé la présence de nombreuses espèces de parasites Syndiniens chez divers Radiolaires.

D'autre part, la découverte par Hollande et Enjumet des centroplastes et des axopodes chez de nombreux Sphaerellaires et Nassellaires permet d'envisager des rapports assez étroits, au moins de ces 2 ordres des Radiolaires, avec les Héliozoaires et les Acanthaires.

CLASSIFICATION

La classification des Radiolaires a été établie, en ses grandes lignes, par Haeckel, et son ouvrage fondamental (1887) reste indispensable, encore actuellement, pour toute étude systématique. A cause de nombreuses erreurs commises par Haeckel, sa classification a été partiellement remaniée depuis par les divers auteurs (Borgert, Haecker, Schröder) notamment dans la partie relative aux Radiolaires cannopylés Phoeodariés, qui représentent un groupement homogène et bien défini.

D'autres essais de remaniement, soit purement théoriques (Popofski), soit basés uniquement sur les données paléontologiques (Deflandre), ont été tentés pour les Radiolaires péripylés Sphérellaires et surtout les Radiolaires monopylés Nassellaires. Il ne saurait être question de tenir compte dans ce Manuel des conceptions spéculatives, parfois abandonnées ultérieurement par leurs auteurs (Popofski) à cause des difficultés pour leur application, apparues comme insurmontables, par suite de la pénurie de nos connaissances, autres que morphologiques, concernant les Radiolaires actuels.

On doit ajouter cependant que leur classification devra être nécessairement révisée, mais non seulement au point de vue squelettique, mais également et surtout, sur la base des caractères cytologiques, tels que l'agencement de l'appareil axopodique, la structure des noyaux, des capsules centrales et des éléments de reproduction, qui sont encore presque entièrement inconnus.

La réserve s'impose, quoique pour d'autres raisons, relativement aux recherches importantes en cours de Hollande et Enjumet sur les Collodaires et Polycyttaires. Leurs résultats, publiés actuellement seulement en partie (1953), permettront certainement, dans un avenir assez proche, de réviser entièrement la systématique de ces 2 sous-ordres des Spumellaires puisqu'ils démontrent, dès maintenant, les rapports étroits qui existent entre certaines formes monocapsulées (Collodaires) et les formes coloniales (Polycyttaires). Mais pour le moment il serait prématuré, comme le reconnaissent les auteurs eux-mêmes, de bouleverser la classification de ces Spumellaires, établie par Haeckel et déjà remaniée en partie par Brandt et Enriquès. En effet, les recherches de ces 2 auteurs, très délicates et difficiles, ne concernent, pour le moment, qu'un petit nombre de formes, tandis que pour bien d'autres le cycle évolutif reste encore inconnu. En outre, les caractères distinctifs génériques et spécifiques formulés par eux, très précis et de première importance pour un spécialiste, sont trop subtils, exigent l'étude cytologique minutieuse avec l'emploi des méthodes de la technique microscopique moderne, et sont ainsi hors de la compétence des débutants, auxquels est destiné ce Manuel. En conséquence, dans la partie systématique et les tableaux dichotomiques qui suivent sera maintenue, malgré toutes ses imperfections et l'insuffisance des caractères distinctifs, l'ancienne classification de Haeckel, légèrement simplifiée et conforme à celle adoptée par nous dans le Traité de Zoologie de Grassé (Trégouboff, 1953).

Sur 750 genres des Radiolaires vivants, établis principalement par Haeckel et dont un certain nombre est destiné à disparaître, 211 avec 350 espèces environ, dont une soixantaine nouvelles pour elle, ont été reconnus jusqu'à présent dans la Méditerranée. Leur nombre augmentera certainement quand on effectuera, d'une manière systéma-

tique, les pêches planctoniques profondes, car la faune radiolairienne de la zone au-delà de 500 m reste encore presque totalement inexplorée.

D'après la modalité de la perforation de la membrane de la capsule centrale et les caractères squelettiques indiqués plus haut, on divise les Radiolaires en 3 ordres :

I. Ordre des SPUMELLARIA Haeckel, comprenant les R. peripylés;

II. Ordre des NASSELLARIA (Ehrenb.) Haeckel, ou les R. osculés monopylés;

III. Ordre des PHOEODARIA (Haeckel) Haecker, auquel appartiennent les R. osculés cannopylés ou tripylés.

I. Ordre SPUMELLARIA Haeckel

Cet ordre, très vaste, comprend les formes vivant près de la surface ou à une faible profondeur, soit à l'état isolé, soit colonial, dont le corps plasmatique est nu ou protégé par un squelette autogène tantôt discontinu, spiculaire, tantôt continu, représenté par des coques, sphériques, ou en dérivant, unique ou multiples, grillagées et régulières, ou constituées par un tissu spongieux, fait de bâtonnets siliceux pleins, soudés entre eux. Il est subdivisé en 3 sous-ordres :

1. Sous-ordre des *Collodaria* Haeckel, dans lequel seront maintenues provisoirement toutes les formes monocapsulées à l'état adulte, généralement d'assez grande taille, pouvant atteindre jusqu'à 8 mm de diamètre grâce au fort développement de leur couche gélatineuse. Leur corps plasmatique peut être soit nu, soit protégé par des spicules isolés périphériques.

2. Sous-ordre des *Polycyttaria* Haeckel comprend les formes coloniales de forme diverse et avec nombreuses capsules centrales, chez lesquelles le squelette peut ou manquer totalement, ou être représenté soit par des spicules isolés, soit par des coques complètes perforées, entourant chaque individu de la colonie et non la colonie entière.

Comme il a été indiqué plus haut, le maintien dans ce Manuel de ces 2 sous-ordres classiques des Spumellaires n'est justifié que pour les besoins de l'orientation rapide des débutants et ne saurait avoir la valeur taxonomique précise pour des spécialistes. En effet, certains Collodaires ont la sporulation directe aux dépens du contenu endoplasmique de leur capsule centrale unique, sans donner lieu à la formation de colonies. Ces formes, ainsi que toutes les autres, dont le cycle évolutif est inconnu, pourraient être maintenues, à la rigueur, parmi les Collodaires. Quant à celles qui, d'après HOLLANDE et ENJUMET, donnent naissance aux stades coloniaux par des fragmentations successives et répétées de leurs capsules centrales et chez lesquelles la sporogénèse est tardive et ne se produit que dans les nombreuses capsules centrales secondaires de la colonie, elles devraient être rattachées aux divers représentants du sous-ordre des Polycyttaires, car elles ne représentent, dans le cycle évolutif de ces derniers, que le stade végétatif unicapsulé temporaire.

3. Sous-ordre des *Sphaerellaria* Haeckel, le plus vaste, dans lequel on fait rentrer les formes monocyttaires, caractérisées par leur squelette autogène en forme des coques sphériques, ou en dérivant, uniques ou multiples, soit grillagées et régulières, soit entièrement ou partiellement spongieuses et irrégulières.

II. Ordre des NASSELLARIA (Ehrenberg) Haeckel

Par suite de l'existence de l'orifice unique de la capsule centrale, situé au pôle dit oral, l'organisation du corps cytoplasmique et la conformation du squelette des Nassellaires présentent quelques particularités. A l'exception de quelques formes dépourvues

de tout élément squelettique, les Nassellaires primitifs ont un squelette autogène rudimentaire, représenté par un spicule initial, appelé le trépied, soit à 3 branches simples, réunies au centre et divergentes sous des angles égaux (Pl. 47, fig. 5), soit, le plus souvent, à 4-5-6, ou plus, branches, partant des 2 extrémités d'un bâtonnet basal commun (Pl. 38, fig. 4, 5). Les 4 branches principales, réunies par paires aux 2 bouts du bâtonnet, portent chacune, suivant sa disposition, un nom particulier, et leur direction indique les divers plans verticaux, utilisés dans la classification. De cette forme initiale du squelette il est possible de faire dériver toutes les modifications squelettiques qui existent chez les Nassellaires plus évolués. Ainsi, les 2 branches du trépied, situées dans le même plan, peuvent s'anastomoser entre elles de manière à former le deuxième élément important, l'anneau, tantôt unique, tantôt en nombre supérieur, disposés dans les plans différents : sagittal, basal, latéral-frontal, mitral, etc. Le plus souvent les spicules du trépied sont ramifiés latéralement et ils peuvent former, par anastomose de leurs branches, une sorte de coque buissonnante, non régulière, qui apparaît comme un stade transitoire vers le troisième élément essentiel du squelette des Nassellaires, la tête ou *cephalis*. Cette dernière a la forme d'une coque à une seule loge, grillagée, ovalaire ou allongée elliptique, asymétrique, et elle provient d'anastomoses régulières des ramifications latérales des spicules du trépied, qui peuvent soit rester nettement visibles dans les parois de la tête, soit devenir indistinctes dans les coques dites éradiées. Quand les spicules du trépied s'allongent et continuent à se ramifier, peuvent se former, par le même procédé, une deuxième loge ou *thorax*, une troisième ou *abdomen*, et une quatrième ou *postabdomen*, séparées généralement entre elles par des constrictions transversales respectives : collaire, thoracique et abdominale. Les 3 éléments essentiels du squelette des Nassellaires, le trépied, l'anneau et la tête, sont rarement présents à la fois; le plus souvent il y a 1 ou 2 qui prennent un développement prépondérant, et c'est l'anneau qui est généralement absent.

Sur la base de leurs caractères squelettiques, les Nassellaires ont été divisés par HAECKEL, d'une manière arbitraire, en 3 sous-ordres :

1. Sous-ordre des *Nassoidea* Haeckel, qui comprend un petit nombre de formes soi-disant dépourvues d'éléments squelettiques et réduites aux capsules centrales elliptiques ou ovalaires, entourées par l'ectoplasme et la gelée. S'il est probable que quelques-unes parmi elles, décrites par HAECKEL, ne représentent que les stades très jeunes d'autres Nassellaires, issus des divisions binaires et n'ayant pas encore formé leurs squelettes, chez d'autres *(Cystidium sp.)* HOLLANDE et ENJUMET (1954) ont signalé l'existence constante d'un spicule unique interne, invariablement situé dans la partie apicale de l'ectoplasme.

2. Sous-ordre des *Plectellaria* Haeckel, dans lequel on range les formes pourvues d'un squelette rudimentaire, représenté soit par un trépied à branches tantôt simples, tantôt ramifiées et anastomosées en une coque buissonnante, mais ne formant pas de tête régulière, soit par 1 ou plusieurs anneaux, complets ou non, diversement disposés et se combinant, ou non, avec le trépied plus ou moins développé, ou simplement apparent.

3. Sous-ordre des *Cyrtellaria* Haeckel, chez lesquels le squelette est représenté ou par une seule tête, ou peut comprendre le thorax, l'abdomen et le post-abdomen, grillagés, soit ouverts en bas, soit clôturés par une lame également grillagée. Les branches du trépied sont souvent apparentes sous forme d'épines, de spicules ou de crêtes, mais il arrive qu'elles deviennent indistinctes, noyées dans les parois des coques (formes éradiées). Par contre, l'anneau est presque toujours absent.

III. Ordre des PHOEODARIA Haeckel, emend. Haecker

Le dernier ordre des Radiolaires constitue un groupement homogène et comprend les formes les plus différenciées, qui se distinguent des représentants des 2 premiers ordres par les caractères suivants :

a) la double membrane de leur capsule centrale et la structure particulière de ses orifices, l'astropyle et les parapyles;

b) la présence dans l'ectoplasme de *phoeodium*, c'est-à-dire d'un amas résiduel des produits d'excrétion, indice d'un métabolisme particulier;

c) l'absence des Zooxanthelles symbiotes.

En outre, à l'exception de quelques formes peu nombreuses, ayant le corps nu ou protégé par des corps étrangers, le squelette autogène des Phoeodariés, sauf dans une seule famille, est constitué par des éléments siliceux creux, et non pleins. Il peut être soit discontinu, spiculaire, soit continu, en coques uniques ou doubles, grillagées ou spongieuses, très variables comme formes. Les Phoeodariés présentent une certaine tendance vers l'état colonial, en relation probable avec la nature de leurs énormes noyaux polyénergides, dont les divisions sont plus rapides que celles des capsules centrales et des corps plasmatiques, de sorte que les stades polynucléés et pluricapsulés sont très fréquents chez eux.

On divise les Phoeodariés en 6 sous-ordres d'après leur squelette :

1. Sous-ordre des *Phoeocystinea* Haeckel, *emend.* Haecker, qui comprend les formes vivant généralement à une faible profondeur et ayant le corps soit nu, soit protégé par un squelette tantôt hétérogène, tantôt autogène discontinu, constitué par des spicules tangentiels et radiaires.

2. Sous-ordre des *Phoeosphaeria* Haeckel, *emend.* Haecker, dans lequel sont rangées les formes sphériques, lenticulaires ou fusiformes, d'assez grande taille, faisant partie du knephoplancton, pourvues d'une ou de 2 coques concentriques, le plus souvent grillagées, parfois spongieuses, constituées par des bâtonnets creux, sauf dans une seule famille. Dans le cas des coques doubles, reliées entre elles par des trabécules et ornées à la surface de spicules radiaires et secondaires, diversement disposés et ramifiés, la coque interne est pourvue d'un orifice buccal, appelé *pylum.*

3. Sous-ordre des *Phoeocalpidea* Haeckel, *emend.* Haecker, est représenté par des formes de grande profondeur, pourvues de coques grillagées monaxones, sphériques ou polyédriques, percées de pores et ornées à la surface de spicules secondaires et radiaires diversement disposés, souvent localisés près de l'orifice buccal, qui peut être simple ou étiré en péristome. Les parois de leurs coques présentent une structure particulière, dite « porcelainée », car elles sont constituées par 2 lamelles, entre lesquelles est située une couche médiane porcelainée, contenant de nombreux petits spicules.

4. Sous-ordre des *Phoeogromia* Haeckel, *emend.* Haecker, *emend.* Borgert, comprend tout d'abord les formes les plus primitives des Phoeodariés, presque toutes exotiques, soit sans squelette, soit avec un squelette tantôt hétérogène, tantôt autogène, mais rudimentaire, réduit aux spicules péribuccaux. Les formes plus évoluées, qui vivent dans les couches de profondeur moyenne et sont souvent amenées à la surface en hiver, ont le squelette autogène continu, et leurs coques, de forme très variée, sont à symétrie bilatérale, mais non bivalves. Elles sont ornées de spicules radiaires soit marginaux, soit, le plus souvent, localisés autour de l'orifice buccal, parfois étiré en un péristome, où ils peuvent former un véritable *velum.* Les parois de leurs coques présentent une struc-

ture particulière, dite « diatoméenne », à cause de l'existence de nombreuses alvéoles qui y sont encastrées (Pl. 53, fig. 7).

5. Sous-ordre des *Phoeoconchia* Haeckel, *emend.* Haecker. Les représentants de ce sous-ordre, peu nombreux, se rencontrent rarement à la surface de la mer, vivant surtout dans la zone profonde. Leur squelette autogène est en forme de coques, sphériques ou lenticulaires, à symétrie bilatérale, constituées par 2 valves, réunies entre elles à la manière des coquilles des Brachiopodes, soit par un ligament plasmatique, soit par un engrenage dentiforme, en laissant toutefois au pôle oral une fente buccale. Les coques sont d'apparence grillagée, percées de nombreux pores, et munies, le plus souvent, de 2 cornes tubulaires, situées généralement au pôle aboral, parfois latéralement.

6. Sous-ordre des *Phoeodendria* Haecker. Ce sont les plus volumineux de tous les Phoeodariés, pouvant atteindre jusqu'à 30 mm de diamètre et vivant généralement à une assez faible profondeur. Leurs coques sont constituées par 2 valves indépendantes, sans aucun ligament ou engrenage entre elles. Leurs parois, minces et percées par de nombreux pores fins, sont surmontées, sur chaque valve, d'une coupole creuse, de laquelle partent 3, ou plus, spicules ou cornes tubulaires, plus ou moins abondamment ramifiés, dont les branches peuvent s'anastomoser entre elles et former ainsi une deuxième coque buissonnante d'apparence bivalve. Les coupoles sont soit percées d'un, ou de plusieurs orifices, appelés narines, soit prolongées par des tubes, dits tubes nasaux ou rhinocannes, débouchant au-dessous de l'orifice de l'astropyle, et rattachés aux sommets des coupoles par 1 ou 2 tigelles siliceuses, désignées sous le nom de freins (Pl. 38, fig. 6, 7). Les coupoles et les rhinocannes sont considérées actuellement comme des espaces digestifs, les rhinocannes servant pour l'évacuation dans le *phoeodium* de divers produits d'excrétion.

Radiolaire " incertae sedis " : STICHOLONCHE ZANCLEA Hertwig

L'unique Radiolaire, dont la position systématique est encore incertaine, est *Sticholonche zanclea*, commun dans le plancton de surface méditerranéen pendant la saison froide. Découvert par Hertwig (1877), décrit pour la première fois par Fol (1883), il a été réétudié ensuite, mais d'une manière insuffisante, par Korotneff, Borgert et Stiasny. Le travail récent de Hollande et Enjumet (1954), dont j'ai eu la possibilité de prendre connaissance avant la publication grâce à l'amabilité des auteurs, quoique n'ayant pas résolu d'une manière définitive la question des affinités de ce Radiolaire énigmatique, a apporté des précisions importantes sur la morphologie de ses stades végétatifs.

Le corps plasmatique de *Sticholonche*, de 1 à 2 mm de long, sans membrane extérieure définie, est cordiforme, à symétrie bilatérale (Pl. 55, f. 1). Il est renflé antérieurement et acuminé dans sa partie postérieure; sa face dorsale est fortement déprimée et présente une légère carène sagittale mousse. Le squelette est représenté par des spicules creux, de nature probablement siliceuse, de deux sortes : les uns tangentiels, enfouis dans l'ectoplasme, petits, fusiformes et courbés (Pl. 55, f. 2); les autres grands, spatulés aux extrémités subterminales, finement dentelés du côté externe quand ils sont définitivement formés, groupés par 18-20 dans 14 rosettes (Pl. 55, f. 1). Sur la face dorsale du corps existent les axopodes, motiles ou de sustentation, disposés en 4 rangées longitudinales, les axopodes de la même rangée étant étroitement accolés les uns aux autres de manière à constituer une sorte de lame flexible. Dans la partie postérieure du corps sont localisés les gros pseudopodes, probablement préhensifs.

La capsule centrale reniforme, convexe du côté dorsal, présente du côté externe un grand nombre de tubercules mamillaires, percés d'un fin canalicule, disposés en 4 séries régulières, correspondantes aux 4 séries d'axopodes; ils sont surmontés, chacun, d'un petit tubule (colonnettes de Fol), par lesquels sortent à l'extérieur les axopodes endoplasmiques (Pl. 55, f. 3). Dans la partie postérieure du corps les tubercules sont plus volumineux et donnent passage directement aux gros pseudopodes.

L'ectoplasme contient de nombreuses sphérules réfringentes, contenant des concrétions. Dans l'endoplasme intracapsulaire homogène est localisé le noyau reniforme, volumineux, avec un gros corps central complexe, rappelant par sa structure l'idiozome (Pl. 55, f. 3).

La division végétative binaire, après le dépouillement du squelette, a été observée chez *Sticholonche*. Le reste du cycle évolutif, et notamment la sporogénèse, est inconnu. Ses affinités ne peuvent pas être précisées actuellement, mais semblent devoir être recherchées du côté des Spumellaires.

Sticholonche est assez souvent parasité par une *Amoebophrya-A. sticholonchae* Koeppen, appartenant, comme *A.* des Acanthaires, à l'ordre des Flagellés Coelomastigines Chatton, qu'on place en voisinage des Dinoflagellés.

Pour des raisons d'ordre technique les abréviations suivantes pourront être employées dans les tableaux dichotomiques :

astr-astropyle; C-commun; AC-assez commun; CC-très commun; cap.c-capsule centrale; ceint-ceinture; c.cort-coque corticale; c.méd-coque médullaire; c.grill-coque grillagée; c.spong-coque spongieuse; D-diamètre de la coque sans spicules radiaires; L-longueur de la coque seule; La-largeur de la coque sans spicules; parap-parapyles; phoeod-phoeodium; R-rare; AR-assez rare; RR-très rare; sp-spicules; sp.r-spicule radiaire; sp.sec-spicules secondaires.

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
1 Membrane de la cap. c. perforée de nombreux pores fins, disséminés sur toute sa surface 2	Ordre des **SPUMELLARIA** Haeckel.		
— Autres modalités de la perforation de la cap. c..... 11			
2 Formes monocyttaires 3	S/ordre provisoire des **Collodaria** (Haeckel) « *sensu stricto* », à sporulation directe, sans stades coloniaux.		
– Formes polycyttaires 7			
3 Corps plasmat. nu ou avec sp. isolés 4			
– Squelette continu en forme de coques complètes ou incomplètes. 8			
4 Membrane de la cap. c. indistincte ou absente	Fam. des *PHYSEMATIDAE* Brandt.	g. THALASSOLAMPE Haeck. Pas d'éléments squelettiques. 1 esp. Méd.	**margarodes** Haeck. D. 2-4 mm. CC. toute l'année à la surface. (Pl. 38, fig. 8, 9).

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	Noyau avec membrane hérissée de papilles, entouré d'un cytoplasme dense, devenant ensuite réticuleux et alvéolaire. Couche gélat. périphér. épaisse avec un tapis de fins pseudopodes, contenant de minuscules Algues Chlorophycées au lieu de Zooxanthelles. Corps plasmatique nu ou avec sp. isolés. 2 g. Méd.	g. PHYSEMATIUM Brandt. Squelette discontinu en forme de sp. périphér. fusiformes lisses, souvent courbés en C ou S. 1 esp. Méd.	**mülleri** Schneider. AR., en hiver en surface. (Pl. 38, fig. 10).
– Membrane de la cap. c. typique présente 5			
5 Membrane de la cap. c. non diverticulée.			
a/ noyaux sans lobulations sacciformes périphériques.	Fam. des *THALASSICOLLIDAE* Haeckel. Membrane de la cap. c. épaisse avec des champs polygonaux superficiels, à l'intérieur desquels sont localisées les perforations. Noyau sans lobulations, sa membrane est hérissée de petits saccules caryoplasmiques. Endoplasme avec sphérules albuminoïdes, renfermant cristaux et concrétions. Alvéoles dans l'ectoplasme nombreuses, périphériques. Squelette soit absent, soit en forme de sp. isolés. Zooxanthelles dans l'ectoplasme. Sporulation directe, pas de stades polycyttaires. 2 g. Méd.	g. THALASSICOLLA Huxley. Pas de squelette. Alvéoles extracapsul. grosses, nombreuses. Gouttelettes d'huile souvent présentes contre la paroi externe de la membrane de la cap. c. Contenu de la cap. c. généralement opaque par suite de la présence de grains mélaniques contre la surface externe de sa membrane. 4 esp. Méd.	**pellucida** Haeck. D. 3-6 mm. Corps plasmat. transparent (peut - être simple variété de *Th. spumida,* dont elle possède tous les caractères). (Pl. 38, fig. 11). **spumida** Haeck. D. 3-5 mm. Cap. c. brunâtre, granulations pigmentaires peu nombreuses; sphérules lipoïdes à cristaux dans l'endoplasme. C. à la surface. (Pl. 38, fig. 12). **nucleata** Huxley. D. 1-5 mm. Couche péri-capsulaire noire, épaisse. Endoplasme avec sphérules albuminoïdes à concrétions; sphérules lipidiques rares. CC. à la surface et à faible profondeur. Apparitions massives à la surface en Mai et en Octobre. **zanclea** Haeck. D. 0,2-0,4 mm. Corps plasmat. opaque, granulations pigment. brun-noirâtre,

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
			répandues dans l'ectopl. sauf à la périphérie qui est transparente. CC. à la surface en hiver, à faible profondeur le reste de l'année.
		g. THALASSOXANTHIUM Haeck. Squelette en forme de sp. isolés de forme diverse, simples ou géminés, localisés dans la zone péri-capsulaire. Genre douteux, mal défini, plusieurs esp. décrites ne sont que des cap. c. isolées de Sphaerozoïdes coloniaux. 2 (?) sp. Méd.	**punctatum** Haeck. Sp. géminés à 3-4 branches, divergentes aux extrémités du bâton axial. AR., en surface, hiver. (Pl. 39, fig. 1). sp. *incerta* Hollande. (Pl. 39, fig. 2).
b/ noyaux avec diverticules sacciformes périphériques .... 6 – membrane de la cap. c. diverticulée.	Fam. des *THALASSOTHAMNIDAE* Haecker. Formes exotiques, non signalées dans la Méd. Sporulation soit inconnue, soit directe, sans stades polycyttaires.		
6 Stades végétatifs monocyttaires à structure des Collodariés « *sensu stricto* », mais ne présentant pas de sporulation directe.	Tribu des SPHAEROCOLLIDAE. Collodariés à sporulation retardée, qui a lieu dans leurs stades polycyttaires correspondants.		
	Fam. des *THALASSOPHYSIDAE* Brandt. Noyaux avec nombreuses lobulations périphériques, contenant des nucléoles. Endoplasme sans sphérules albuminoïdes ni concrétions. Pas de revêtement pigmentaire autour de la cap. c., dont la membrane est lisse, sans champs polygonaux. Sans squelette, sauf chez une forme où existent les sp. isolés. Sporulation dans les stades coloniaux du type des *Sphaerozoidae - Collozoum* et *Sphaerozoum*. 1 g. Méd.	g. THALASSOPHYSA (Haeck.) *emend.*, avec inclusion du g. THALASSOPILA Haeck. Caractères de la fam. 4 esp. Méd.	**sanguinolenta** Haeck. D. 5-8 mm. Corps sphéroïdal, pouvant former des bras préhensifs par fusion de nombreux filaments ectoplasm., se terminant par boutons. Alvéoles ectoplasm. nombreuses; petites vésicules hyalines, disposées radialement dans la couche ectoplasm. péricapsulaire. Membrane de cap. c. épaisse. Sous la membr. gouttelettes d'huile rouge. Diverticules du

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
			noyau 80-120. AC. en surface. (Pl. 39, fig. 3, 5). Stade polycyttaire = *Collozoum pelagicum* Haeck. CC. en surface. (Pl. 39, fig. 4). **pelagica** Haeck. D. 1-4 mm. Alvéoles ectoplasm. rares. Membrane de cap. c. mince. Vacuoles endocapsulaires nombreuses, disposées sans ordre. Lobulations du noyau courtes et arrondies, de 20 à 60. Son stade polycyttaire est *Collozoum* sp. AC. en surface. **spiculosa** Brandt. Membrane de la cap. c. extrêmement épaisse. Lobulations du noyau dentiformes, pointues. AR., en surface. (Pl. 39, fig. 6, 7). (*Thalassopila* Haeck.) **cladococcus** Haeck. D. 5 mm. Ressemble à *Th. sanguinolenta;* pas de bras, mais sorte de perles allongées à la périphérie du corps. Vacuoles dans l'endoplasme. Lobulations du noyau courtes, émoussées. AC. en surface. (Pl. 39, fig. 8).
7 Formes coloniales nues ou avec squelette discontinu, ayant des nombreuses vacuoles, disséminées sans ordre dans toute la colonie.	S/ordre provisoire des **Polycyttaria** Haeckel. Formes coloniales, certaines sont des stades polycyttaires des Sphérocollidés, les autres de provenance inconnue. Fam. des *SPHAEROZOIDAE* Haeckel. Colonies sphériques ou moniliformes, en boudin ou en anneaux. Vacuoles ectoplasm.	g. Collozoum Haeckel. Colonies sphéroïdales ou moniliformes; cap. c. sphériques. Dans les colonies âgées 1 seul globule d'huile au centre de la cap. c. Pas de squelette.	**inerme** Müller. CC. toute l'année à la surface et à faible profondeur. (Pl. 40, fig. 1).

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	nombreuses dans toute la colonie. Squelette soit absent, soit discontinu, en forme de sp. isolés, simples ou ramifiés, entourant chaque cap. c., plus rarement localisés à la périphérie de la colonie. 3 g. Méd.	Caractères spécifiques mal définis à l'heure actuelle. 5 ? esp. Méd.	**radiosum** Brandt. AR., surface. **fulvum** Brandt. AR. **brandti** Enriquès R. **minus** Enriquès. R. **pelagicum** Haeck. = stade polycyttaire de *Thalassophysa sanguinolenta* Haeck.
		g. SPHAEROZOUM Mayen. Colonies généralement sphéroïdales. Sp. du squelette simples ou géminés, ramifiés en 3 ou 4 branches aux extrémités du bâtonnet axial, le plus souvent dentelés. 2 sous-genres :	
		s/g. SPHAEROZOUM Haeckel *sensu stricto*. Tous les sp. géminés de même forme. 1 esp. Méd.	**punctatum** Müll. CC. toute l'année, à tous les niveaux. (Pl. 40, fig. 2, 3).
		s/g. RHAPHIDOZOUM Haeck. Colonies généralement cylindriques, d'apparence compacte et de couleur laiteuse. Sp. de la colonie de 2 sortes : en partie simples, en partie ramifiés, généralement agglomérés à la périphérie. 1 esp. Méd.	**neapolitanum** Brandt. C. toute l'année, forme de profondeur moyenne. (Pl. 40, fig. 4, 5).
		g. BELONOZOUM (Haeckel). Colonies généralement sphéroïdales. Sp. très variables, au moins de 2 sortes : les uns simples, dentelés, courbés, les autres 4-radiés, les 4 branches se réunissant au centre, sans axe. 1 esp. Méd.	**acuferum** Brandt. AC., en surface et à faible profondeur. (Pl. 40, fig. 6).
– Formes coloniales avec une cavité (vacuole) centrale unique, soit nues, soit ayant un squelette en forme de coques individuelles ajourées autour de chaque individu de la colonie.	Fam. des *COLLOSPHAERIDAE* Müller. Colonies sphéroïdales ou ovalaires avec une grande cavité (vacuole) centrale à l'état adulte, les éléments de la colonie étant disposés à la périphérie. Corps plasmat., souvent coloré en bleu ou violet, contient de gros cristaux albuminoïdes et 1 seul	g. MYXOSPHAERA (Haeck.). Colonie sphéroïdale ou ovalaire de couleur bleue-violette. Cap. c. souvent aplatie, lenticulaire, à membrane épaisse. Pas de squelette. 1 esp. Méd.	**coerulea** (Haeck.) CC. surtout en hiver et au printemps. Apparitions massives à la surface en Octobre. (Pl. 40, fig. 7, 8).
		g. COLLOSPHAERA Müller. Colonie sphéroïdale ou ovalaire; autour de chaque cap. c. une coque complète à surface lisse, de forme diverse :	**huxleyi** Müller. D. de la coque, très variable comme forme, 0,1-0,16 mm. CC. à la surface hiver et

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	globule d'huile. Cap. c., souvent lenticulaire, à membrane épaisse, est soit nue, soit entourée d'une coque complète, perforée irrégulièrement, à surface lisse ou ornée de piquants ou de sp. tubiformes. 4 g. Méd.	subsphérique, polyédrique, lobulée; perforations des coques arrondies, irrégulières, formant souvent un réseau polygonal du type grillagé. 4 esp. Méd.	automne. (Pl. 40, fig. 9, 10). **irregularis** H. AR., hiver, en surface. **polygona** Haeck. R., en surface et en profondeur moyenne. **tuberosa** Haeck. R., occasionnelle.
		g. Acrosphaera Haeckel. Colonie sphéroïdale ou ovalaire; coques individuelles sphéroïdales, pores arrondis, irréguliers; surface avec piquants courts, coniques, droits ou recourbés. 1 esp. Méd.	**spinosa** Haeckel. D. de la coque 0,1-0,2 mm. AC. en hiver à la surface; en été en profondeur de 0 à 100 m. (Pl. 40, fig. 11).
		g. Siphonosphaera Müller. Coques sphéroïdales, pores inégaux, certains parmi les gros prolongés par des sp. tubiformes, de longueur variable, avec orifices terminaux tronqués. 1 esp. Méd.	**tenera** Brandt. R., accidentel, surtout en automne, entre 0 et 100 m. (Pl. 40, fig. 12, A, B).
8 Rad. Monocyttaires avec coques périphériques, uniques ou multiples, de forme sphérique.	s/ordre des **Sphaerellaria** Haeckel. Fam. des *SPHAEROIDAE* Haeckel. Coques sphériques monaxones, uniques ou multiples (dans ce dernier cas 1 ou 2 médullaires), grillagées ou plus ou moins spongieuses. Surface des coques lisse ou avec sp. second., sans ou avec sp. r., plus gros et plus longs, en nombre de 2, 4, 6, 8, ou plus. Fam. très vaste, subdivisée en 5 s/fam. d'après le nombre de sp. r.		
	1. s/fam. des LIOSPHAERINAE (Haeck.) Coques de 1 à 5, ou plus, dont 1 ou 2 médullaires, soit toutes grillagées, soit spongieuses, entièrement ou avec 1-2 coques médullaires grillagées. Surface des coques lisse ou avec sp. second., sans sp. radiaires. 7 g. Méd.	g. Cenosphaera Haeckel. 1 seule coque corticale, plus ou moins épaisse, grillagée ou avec pores ronds, à surface lisse, sans sp., ni radiaires, ni secondaires. 3 esp. Méd.	**inermis** Haeck. D. 0,08-0,12 mm. AC. en hiver à la surface. (Pl. 41, fig. 1). **reticulata** H. D. 0,16 mm. R., surface, en hiver. **porophaena** Ehrbg. D. 0,1 mm. R., surface, en hiver.

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		g. ETHMOSPHAERA Haeck. 1 seule coque corticale grillagée, dont les pores peu nombreux se prolongent en tubes coniques ou cylindriques, ouverts aux extrémités. 1 esp. Méd.	**siphonophora** H. D., 0,1 mm. R., occasionnelle à la surface en hiver. (Pl. 41, fig. 2).
		g. CARPOSPHAERA Haeck. 2 coques grill., dont 1 médull., reliées par de nombreux trabécules; pores soit hexagonaux, soit ronds; surface lisse ou avec petites nodosités, sans sp. d'aucune sorte. 1 esp. Méd.	**entactinia** Haeck. D. 0,12 mm. RR., occasionnelle en hiver en surface.
		g. THECOSPHAERA Haeck. 3 coques grill., dont 2 médull. Pores de la coque cort. soit ronds, soit hexagonaux, réguliers ou non. Surface non spiculée. 2 esp. Méd.	**inermis** Haeck. D. 0,1 mm. C. à la surface en hiver. (Pl. 41, fig. 3). **aequorea** Haeck. D. 0,08-0,12 mm. AR., en hiver.
		g. STYPTOSPHAERA Haeck. Coque entièrement spongieuse, sans coque médull. ni cavité centrale distincte. Surface soit lisse, soit avec aspérités, mais sans sp. 1 esp. Méd.	**stupacea** Haeck. D. 0,29 mm. AR. surface, en hiver.
		g. PLEGMOSPHAERA Haeck. Coque entièrement spongieuse avec cavité centrale nette; pas de coque médull., ni de sp. 1 esp. Méd.	**exodictyon** H. D. 0,4 mm. C. en surface en hiver. (Pl. 41, fig. 4).
		g. SPONGODICTYON Haeck. Coque corticale spongieuse avec mailles polygonales ou triangulaires; 2 coques médullaires grillagées. 2 esp. Méd.	**spongiosum** H. D. 0,2-0,3 mm. AC. en hiver en surface. **trigonizon** H. D. 0,5-1,5 mm. AR., en hiver. (Pl. 41, fig. 8).
	2 s/fam. des STYLOSPHAERINAE (Haeck.). Même gradation de complication squelettique que chez *Liosphaerinae*, mais sont présents 2 gros sp. r. opposés, semblables, ou non, entre eux. 1 g. Méd.	g. STYLOSPHAERA Ehrenb. 2 coques grill., dont 1 médull. 2 sp. r. polaires égaux. 1 esp. Méd.	**polymnia** Haeck. D. de la coque 0,12-0,16 mm. R., en hiver en surface.
	3 s/fam. des STAUROSPHAERINAE (Haeck.). Même complication squelet-	g. STAUROSPHAERA Haeck. 1 seule coque cortic. grillagée; 4 sp. r. cylindr. égaux; sur-	**jacobi** Haeck. D. de la coque 0,1 mm. AC. en hiver en surface. (Pl. 41, fig. 6).

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	tique que chez *Liosphaerinae*, mais il existe 4 gros sp. r., disposés en croix, semblables entre eux ou non. Surface des coques cort. lisse ou avec épines second. 1 g. Méd.	face de la coque sans ou avec sp. second. 1 esp. Méd.	
	4 s/fam. des CUBOSPHAERINAE (Haeckel). Même gradation de complication squelettique que chez *Liosphaerinae*, mais il existe 6 sp. r., disposés par paires dans 3 axes, égaux ou non, simples ou ramifiés; sp. second. présents ou non. 5 g. Méd.	g. HEXASTYLUS Haeckel. 1 seule coque cortic. grillagée, lisse ou avec sp. second. 6 sp. r. pyramidaux égaux. 1 esp. Méd.	**cochleatus** H. D. de la coque 0,17 mm. R., accidentel en hiver en surface.
		g. HEXALONCHE Haeckel. 1 coque cortic. grill., 1 coque médull., lisse ou avec sp. second. 6 sp. r., tous égaux. 2 esp. Méd.	**amphisiphon** H. D. de la coque 0,15 mm. CC. en hiver en surface. (Pl. 41, fig. 7, 8). **hexacantha** Haeck. D. de la coque 0,2 mm. (pas de sp. secondaires). AC. en surface pendant l'hiver.
		g. HEXACONTIUM Haeckel. 3 coques grill., dont 2 médull., 6 gros sp. r. opposés par paires, simples et égaux. Surface de la coque cort. soit lisse, soit, plus souvent, avec nombreux sp. secondaires, simples ou bifurqués aux extrémités. 4 esp. Méd.	**axotrias** Haeck. D. de la coque 0,2 mm. (pas de sp. second.) AC, surface en hiver. **asteracanthion** Haeck. D. de la coque 0,1- 0,12 mm. (sp. second. simples) AC. en surface en hiver. (Pl. 41, fig. 9). **drymodes** Haeck. D. de la coque 0,15 mm. (sp. second. 2 fois bifurqués). CC., en hiver à la surface. **setosum** Haeck. D. de la coque 0,12-0,15 mm. R., surface en hiver.
	5 s/fam. des ASTROSPHAERINAE (Haeckel). Même gradation de complication squelettique que chez *Liosphaerinae;* sp. r. au nombre de 8-60, ou plus, égaux ou non, lisses ou ramifiés; sp. second., simples ou ramifiés, présents ou absents. 9 g. Méd.		

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	a/1 seule coque corticale : g. Acanthosphaera, Heliosphaera, Cladococcus + Elaphococcus.	g. Acanthosphaera Haeck. 1 seule coque grillagée, sp. r. nombreux, simples et égaux. 6 esp. Méd.	**tenuissima** Haeck. D. de la coque 0,2-0,25 mm. C., hiver, en surface. **acufera** Haeck. D. de la coque 0,08 mm. C. en hiver en surface. (Pl. 41, fig. 10). **echinoides** Haeck. D. de la coque 0,13 mm. C. en hiver à la surface. **simplex** Haeckel. D. de la coque 0,12 mm. R. à la surface en hiver. **dentata** Haeckel. D. de la coque 0,08 mm. R., occasionnel en hiver. **insignis** Haeckel. D. de la coque 0,2 mm. RR., occasionnel en hiver.
		g. Heliosphaera Haeck. 1 seule coque cortic. grillagée; sp. r. nombreux, simples, inégaux. 3 esp. Méd.	**actinota** Haeck. D. de la coque 0,2-0,25 mm. C. en hiver à la surface. **echinoides** Haeck. D. de la coque 0,09 mm. C. en hiver à la surface. (Pl. 42, fig. 2). **elegans** Haeckel. D. de la coque 0,26 mm. R., en hiver, en surface.
		g. Cladococcus (Müller) + g. Elaphococcus Haeck. 1 seule coque cortic. grillagée. Sp. r. nombreux, soit ramifiés latéralement (Cladococcus) soit bifurqués et dichotomisés (Elaphococcus). 4 esp. Méd.	**spinifer** Haeck. D. de la coque 0,08 mm. C. en hiver à la surface. **arborescens** H. D. de la coque 0,1 mm. C. en hiver à la surface. **viminalis** Haeck. var. *bifurcus* H. D. de la coque 0,08 mm. C. à la surface, hiver. (Pl. 42, fig. 1). **cervicornis** H. D. de la coque 0,07-0,09 mm. CC. à la surface en automne et en hiver. (Pl. 41, fig. 11).

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	b/ 1 coque corticale et 1 coque médull. : g. HALIOMMA, HELIOSOMA, ELATOMMA.	g. HALIOMMA Ehrenberg. 1 coque cortic. et 1 coque médull. grillagées, réunies par trabécules; sp. r. en nombre variable, tous égaux et de même forme. 9 esp. Méd.	**capillaceum** H. D. de la coque 0,2 mm. CC. à la surface sauf en été. (Pl. 42, fig. 3). **castanea** Haeck. D. de la coque 0,1-0,15 mm. C. en hiver à la surface. **erinaceum** Haeck. D. de la coque 0,2 mm. AC. en surface en hiver. **tenuispinum** Müller. D. de la coque 0,12 mm. AR., surface, en hiver. **longispinum** Müller. D. de la coque 0,08 mm. AR., en surface en hiver. **macroderas** H. D. de la coque 0,14-0,16 mm. AR. en surface en hiver. **spinulosum** Müller. D. de la coque 0,16 mm. R., accidentel en hiver. **tenellum** Haeck. D. de la coque 0,15 mm. AR., à la surface en hiver. **megaporum** Ehrb. D. 0,12 mm. R., accidentel à la surface en hiver.
		g. HELIOSOMA Haeckel. 1 coque cortic., 1 coque médull. grillagées. Sp. r. simples de 2 sortes : grands et petits. 1 esp. Méd.	**echinaster** H. D. de la coque 0,16 mm. CC. en surface pendant saison froide. (Pl. 42, fig. 4, 5).
		g. ELATOMMA Haeckel. 1 coque cortic., 1 coque médull., grillagées. Sp. r. ramifiés, tous semblables. 1 esp. Méd.	**scoparium** Haeck. D. de la coque 0,12 mm. AR., à la surface pendant l'hiver.
	c/ 2 coques corticales, l'externe en forme d'un réseau à très larges mailles; pas de coque médullaire. g. LEPTOSPHAERA, DIPLOSPHAERA, DRYMOSPHAERA, ASTROSPHAERA.	g. LEPTOSPHAERA Haeck. Coque cortic. interne grande, grillagée, avec 20-30 longs sp. r., desquels partent (6 par sp.) trabécules tangentiels, reliant les sp. entre eux et formant la 2ᵉ coque cortic.	**hexagonalis** H. D. de la coque externe 0,3 mm. AC. à la surface en hiver. (Pl. 42, fig. 6). **spinosa** Haeckel. D. de la coque externe

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		polyédrique à mailles très larges. Pas de sp. second. 2 esp. Méd.	0,66 mm. AC. en hiver à la surface.
		g. Diplosphaera Haeck. Squelette semblable à celui de Leptosphaera, mais la surface de la coque interne est ornée de petits sp. second. très fins; sp. r. lisses ou avec 3 rangées de branches (de 4 à 6) latérales courbées. 1 esp. Méd.	**gracilis** Haeck. D. de la coque externe 0,54 mm. CC. à la surface en hiver. (Pl. 42, fig. 7).
		g. Drymosphaera Haeck. Même conformation du squelette que chez *Diplosphaera*, mais les sp. second., simples ou ramifiés, sont localisés uniquement sur les trabécules de la coque externe. 1 esp. Méd.	**hexagonalis** H. D. de la coque externe 0,32 mm. RR., occasionnel à la surface en hiver.
		g. Astrosphaera H. Même conformation squelettique que chez *Diplosphaera*, mais les sp. second., simples ou ramifiés, sont situés sur la périphérie des 2 coques. 1 esp. Méd.	**hexagonalis** H. D. de la coque externe 0,32 mm. AC. à la surface en hiver.
	d/3 coques grillagées, dont 1 ou 2 médullaires. g. Actinomma, Echinomma, Pityomma.	g. Actinomma Haeckel. 3 coques grill., dont généralement 2, plus rarement 1, médull. Surface avec sp. r. simples, tous égaux. 1 esp. Méd.	**trinacrium** Haeck. D. 0,09 mm. AC. en surface en hiver. (Pl. 42, fig. 8, 9, 10).
		g. Echinomma Haeckel. 3 coques grillagées, dont 2 médull. Surface avec sp. r. inégaux, grands et petits. 1 esp. Méd.	**trinacrium** Haeck. D. du squelette 0,09 mm. C. à la surface en hiver.
		g. Pityomma Haeckel. 3 coques grillagées, dont 2 médull. Sp. r. égaux, ramifiés latéralement. 1 esp. Méd.	**drymodes** Haeckel. D. du squelette 0,28 mm. R. à la surface en hiver.
	e/4 coques grillagées, dont 2 médull. g. Cromyomma.	g. Cromyomma Haeckel. 4 coques grillagées, dont 2 médull. Sp. r. simples, tous égaux et semblables. 1 esp. Méd.	**quadruplex** Haeck. D. du squelette 0,15 mm. R., à la surface en hiver.
	f/coques grillagées en nombre supérieur à 4 (5-10, ou plus), soit sans coque médull., soit avec 2 coques médull. g. Arachnosphaera.	g. Arachnosphaera H. 1 coque grillagée interne, non médull., avec nombreux sp. r., dont les ramifications latérales (6 à 8), disposées en	**myriacantha** H. D. de la coque interne 0,1 mm. CC. en hiver à la surface. (Pl. 43, fig. 1).

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		verticilles aux divers niveaux, peuvent s'agencer en 5-10 coques concentriques, généralement sphériques, constituées par une sorte de réseau arachnéen à mailles irrégulières. 2 esp. Méd.	**oligacantha** Haeck. D. de la coque interne 0,12 mm. AR., en surface en hiver.
	g/coques corticales spongieuses, sans ou avec 1-2 coques médull. grillagées : g. RHIZOPLEGMA, OCTODENDRON, SPONGOSPHAERA, RHIZOSPHAERA.	g. RHIZOPLEGMA Haeck. 1 coque médull. grillagée avec 12 sp. r. triangulaires, sur lesquels, à une certaine distance de la coque médull., se forment les ramifications latérales, dont les extrémités s'agencent en une coque spongieuse sphéroïdale épineuse. 1 esp. Méd.	**radicatum** Haeck. D. du squelette sans sp. r. 0,5 mm. AC. en surface en hiver. (Pl. 43, fig. 2).
		g. OCTODENDRON Haeck. 1 coque médull. cubique avec 8 grands sp. r. triangul. dentelés, partant des angles du cube, dont les ramificat. latérales constituent d'abord 1 coque grillagée cortic., sur laquelle les ramificat. verticales s'anastomosent en 1 enveloppe spongieuse avec, à la périphérie, de petits sp. second. Ces derniers, ainsi que les extrémités des ramifications de l'enveloppe spongieuse, se terminent par des têtes plates. 1 esp. Méd.	**spathillatum** H. D. 1 mm. AR. en surface en hiver. (Pl. 43, fig. 3, 4).
		g. SPONGOSPHAERA Ehrb. 2 coques médull. grillagées avec 8-12, 10-20, ou plus, sp. r. triangul. dentelés, dont les ramificat., partant de la surface de la coque médull. externe, forment une coque corticale spongieuse polyédrique ou sphéroïdale, parfois avec sp. second. à la périphérie. 3 esp. Méd.	**streptacantha** H. D. du squelette sans sp. r. 0,2-0,6 mm. CC. en surface pendant la saison froide. (Pl. 43, fig. 5, 6). **polyacantha** Haeck. D. du squelette sans sp. r. 0,2-0,5 mm. AC. en surface en hiver. **helioides** Haeck. D. du squelette sans sp. r. 0,2 mm. (sp. second. simples). AR. en hiver à la surface.
		g. RHIZOSPHAERA Haeck. 2 coques médull. grillagées, 1 coque cortic. grill. et 1	**trigonacantha** H. D. de la coque externe 0,25 mm. CC. à la

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		coque spongieuse externe sphéroïdale, constituée par les ramifications latérales de nombreux (30 à 50) sp. r., anastomosées entre elles, se formant à une certaine distance de la coque médull. externe. 2 esp. Méd.	surface en hiver. (Pl. 43, fig. 7, 8). **leptomitra** Haeck. D. du squelette 0,27 mm. AR. à la surface en hiver.
– Coques périphériques non sphériques 9			
9 Coques corticales elliptiques ou cylindriques.	Fam. des *PRUNOIDAE* Haeckel. Par suite de l'allongement de l'axe principal vertical, les coques cortic. sont devenues elliptiques ou cylindriques. Elles peuvent être uniques ou multiples, dont 1 ou 2 médull., sont soit grillagées, soit entièrement ou partiellement spongieuses, lisses ou ornées de sp. r., ou être prolongées aux 2 pôles par des tubes grillagés. Chez quelques formes, principalement exotiques, les coques sont divisées en 2, 4, 6, ou plus, loges par des constrictions transversales. 7 s/fam., dont 4 sont représentées dans Méd.		
	1/s/fam. des ELLIPSINAE (Haeck.). 1 seule coque cortic. elliptique grill. sans constriction équatoriale, sans, ou avec, 2 sp. r. ou tubes grill. polaires; surface lisse ou avec sp. second. 1 g. Méd.	g. CENELLIPSIS Haeck. Coque cortic. grillagée lisse, sans sp. r. ni tubes grillagés polaires. 2 esp. Méd.	**faceta** Haeckel. L. 0,13, La. 0,1 mm. AR., en hiver en surface. (Pl. 44, fig. 1). **ovulum** Haeckel. L. 0,3, La. 0,2 mm. AR. en surface en hiver.
	2/s/fam. DRUPPULINAE (Haeckel). 1, ou plusieurs, coques cortic. grill., sans constrictions, 1 ou 2 coques médull., soit lisses, soit avec 2 sp. r. ou 2 tubes grillagés polaires. 1 g. Méd.	g. DRUPPULA Haeckel. 1 coque cortic. grillagée elliptique; 1 coque médull. sphérique ou ellipsoïd. Pas de sp. r., ni de tubes grill. polaires. 4 esp. Méd.	**nucula** Haeckel. L. 0,15-2, La. 0,1-0,14 mm. R., hiver, en surface. **prunum** Haeckel. L. 0,2, La. 0,16 mm. R., hiver, en surface. **oliva** Haeckel. L. 0,15, La. 0,12 mm. R., en hiver. **phœnix** Haeckel. L. 0,1, La. 0,08 mm.

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
			R., accidentel en hiver à la surface.
	3/s/fam. des SPONGURINAE (Haeckel). Coques cortic. ellipsoïd. ou cylindr., sans constrictions, entièrement ou partiellement spongieuses, sans ou avec 1-2 coques médull.; sans ou avec 2 gros sp. polaires, ou avec de sp. r. nombreux (20-120). 3 g. Méd.	g. SPONGURUS Haeck. 1 coque cortic. ellipt. ou cylindr., entièrement spongieuse, sans coque médull. ni cavité centrale. Sans, ou avec, sp. r. à la surface (de 20 à 120). 3 esp. Méd.	**cylindrus** Haeck. L. 0,2, La. 0,04 mm. (20-30 sp. r.). C. à la surface en hiver. (Pl. 44, fig. 2). **asper** Haeckel. L. 0,11, La. 0,08 mm. (20 sp. r.). AR., à la surface, en hiver. **radians** Haeckel. L. 0,24, La. 0,16 mm. (80-120 sp. r.). R., accidentel en hiver.
		g. SPONGODRUPPA H. 1 coque cortic. ellipt. spongieuse, 1 coque médull. grillagée sphérique ou ellipt. Pas de sp. polaires; sans ou avec sp. r. périphériques. 1 esp. Méd.	**polyacantha** H. L. 0,12, La. 0,18 mm. R., surface en hiver.
		g. SPONGOLIVA Haeck. 1 coque cortic. ellipt. spongieuse, 2 coques médull. grill. sphériques ou ellipsoïd. Pas de sp. polaires. Sans ou avec sp. r. périphériques. 1 esp. Méd.	**persicina** Haeck. L. 0,26, La. 0,18 mm. C. en surface en hiver.
	4/s/fam. CYPHININAE (Haeckel). 1-3 coques cortic. grill. biloculaires par suite d'une constriction transversale équatoriale. 1-2 coques médull. grill. Sans ou avec 2 gros sp. ou tubes grill. polaires; sp. r. présents ou non. 2 g. Méd.	g. CYPHONIUM Haeck. 1 coque cortic. biloculaire grill. Pas de sp. ni de tubes polaires. Surface lisse, ou avec épines ou sp. r. 1 esp. Méd.	**ceratospyris** H. L. 0,12, La. 0,06-0,08 mm. AC. en hiver en surface. (Pl. 44, fig. 3).
– Coques cortic. d'une autre forme : ni sphériques, ni elliptiques, ni cylindriques 10			
10 Coques cortic. complètes ou incomplètes en forme de lentille, d'une pièce de monnaie ou d'un disque très mince.	Fam. des *DISCOIDAE* Haeckel. Coques cortic. aplaties par suite du raccourcissement de l'axe antéro-postérieur (dorso-ventral), complètes ou incomplètes avec fenestrations, en forme de lentille biconvexe		

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	(coques phacoïdes), d'une pièce de monnaie ou d'un disque mince. Coques phacoïdes sont uniques ou multiples, grill., avec 1-2 coques médull., et peuvent être sans ou avec sp. r. marginaux. Coques discoïdes, grillagées ou spongieuses, sont sans coque médull., ou cette dernière est représentée par 1 logette centrale, entourée d'autres logettes concentriques ou disposées en spirale. Sp. r. marginaux sont présents ou non. Chez de nombreuses formes existent des excroissances ou bras, grill. ou spongieux, réunis entre eux par une lame de même nature, dite *patagium*. Les 2 faces et le pourtour des disques sont recouverts par des lames poreuses particulières. A la périphérie des coques phacoïdes et discoïdes peut exister 1 lame équatoriale mince (ceinture), unie ou cloisonnée. 6 s/familles d'après la forme des coques.		
	1/s/fam. des CENODISCINAE (Haeckel). 1 seule coque corticale grill. (pas de coque médull.) avec ou sans ceinture, sans ou avec sp. r. marginaux au nombre de 1, 3, 4, 6, 8, ou plus, simples ou ramifiés. 1 g. Méd.	g. Cenodiscus Haeck. 1 coque phacoïde grill. sans ceinture et sans sp. r. 1 esp. Méd.	**phacoides** Haeck. D. 0,2 mm. R., occasionnel en surface en hiver.
	2/s/fam. des PHACODISCINAE (Haeckel). 1 seule coque corticale phacoïde grill., 1-2 coques médull.; sans ou avec ceinture, sans ou avec sp. r. marginaux, ces derniers au nombre de 2, 3, 4, 6, 8, ou plus, simples ou ramifiés. 3 g. Méd.	g. Heliodiscus Haeck. 1 coque phacoïde cortic. grill., 1 coque médull. Pas de ceinture. Sp. r. en nombre variable (10-20, ou plus), simples, marginaux, disposés plus ou moins régulièrement, parfois également sur les faces de la coque. 5 esp. Méd. (2 douteuses).	**asteriscus** Haeck. D. 0,15 mm. (sp. r. uniquement marginaux). CC. à la surface en hiver. (Pl. 44, fig. 5). **phaedodiscus** Haeck, D. 0,12-0,16 mm. (sp. r. marginaux et faciaux). C. en hiver en surface.

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
			amphidiscus Haeck. D. 0,16 mm. (sp. r. marginaux et faciaux). C. en hiver à la surface.
		g. HELIODRYMUS Haeck. 1 coque cortic. phacoïde grill., 1 coque médull. Pas de ceinture. Sp. r. soit absents, soit nombreux, marginaux et faciaux, ramifiés. 1 esp. Méd.	**ramosus** Haeckel. D. 0,15 mm. AR., accidentel en hiver à la surface.
		g. PHACODISCUS Haeck. 1 coque cortic. phacoïde grill., 2 coques médull. Pas de ceinture, pas de sp. r. marginaux. Surface de la coque lisse ou avec de plis radiaires épineux. 1 esp. Méd.	**clypeus** Haeckel. D. 0,2 mm. AC. en surface en hiver. (Pl. 44, fig. 6).
	3/s/fam. des COCCODISCINAE (Haeckel). 1 coque cortic. phacoïde, 1-2 coques médullaires. Ceinture de 2 ou plusieurs rangées de logettes concentriques. Souvent 2, 3, 4, 5, 10, ou plus, sp. r. ou autant de bras cloisonnés, réunis ou non entre eux par une expansion de la ceinture. 2 g. Méd.	g. COCCODISCUS H. 1 coque cortic. grillagée, 2 coques médull. Ceinture de 8 à 12 rangées de logettes. Pas de sp., ni de bras marginaux. 1 esp. Méd.	**darwini** Haeckel. D. de la coque avec 8 rangées de logettes 0,32 mm. R. en hiver à la surface. (Pl. 44, fig. 7).
		g. COCCOCYCLIA Haeck. 1 coque cortic. phacoïde grill., 2 coques médull. Sp. r. nombreux à la périphérie de la ceinture. 1 esp. Méd.	**heliantha** Haeckel. D. de la coque avec 7 rangées de logettes de la ceinture 0,3 mm. RR., occasionnel en hiver à la surface.
	4/s/fam. des PORODISCINAE (Haeckel). Coques discoïdes constituées par une loge sphérique centrale, équivalente de la coque médull., entourée d'un ou de plusieurs rangs concentriques ou spiralés de petites logettes. Les 2 faces et la tranche du disque sont recouvertes de plaques poreuses, présentant parfois dans la tranche un *osculum* entouré de petites épines. Ceinture soit absente, soit présente, le pourtour du disque parfois lisse; mais généralement il est pourvu soit de sp. marginaux en nombre variable, soit de 2, 3, 4 ou	g. PORODISCUS Haeck. Coque en forme d'un simple disque cloisonné sans ceinture, sans sp. marginaux ou bras et sans *osculum*. Logettes disposées soit en rangées concentriques, soit spiralées, soit de 2 manières dans le même disque. 7 esp. Méd.	
		Logettes concentr.	**orbiculatus** Haeck. C. en hiver à la surface. (Pl. 44, fig. 8). **sorites** Haeckel. R., en hiver. **heterocyclus** H. RR., occasionnel en hiver.
		Logettes en spirale.	**helicoides** Haeck. AC en hiver à la surface.

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	6 bras cloisonnés, simples ou bifurqués aux extrémités, souvent avec de fortes épines aux bouts, et réunis ou non entre eux par le *patagium*. 12 g. Méd.		**spiralis** Haeckel. R., en hiver. **operculina** Haeck. RR., occasionnel en hiver.
		Logettes en partie concentr., en partie en spirale irrégulière ou interrompue.	**irregularis** Haeck. AR., en hiver à la surface.
		g. PERICHLAMYDIUM Ehrenberg. Simple disque cloisonné sans sp. ni bras, avec ceinture finement poreuse, non cloisonnée. 2 esp. Méd.	**saturnus** Haeckel. AC. en hiver à la surface. (Pl. 44, fig. 9). **pretextum** Haeck. AC en hiver.
		g. STAURODICTYA Haeck. Disque cloisonné circulaire ou 4-angul. Logettes en rangées concentr. ou agencées en spirale. Pas de ceint. ni d'*osculum;* 4 sp. r. disposés en croix.	**quadrispina** Haeck. C. à la surface en saison froide.
		g. STYLODICTYA Ehrb. Disque cloisonné circul. ou 4-angul., logettes disposées en rangées concentr. ou spiralement (en spirale simple ou double). Pas de ceint. ni d'*osculum*. 8-12, ou 30-40, sp. r. marginaux, souvent plus. 5 esp. Méd.	**multispina** Haeck. Logettes concentr.; 24-30, ou plus, sp. r. CC. en surface pendant saison froide. (Pl. 44, fig. 10). **arachnia** Haeckel. Logettes concentr.; 8-12-60 sp. r. CC. en surface en hiver. **heliospira** Haeck. Logettes en spirale simple. Sp. r. 30-40. AR. en hiver en surface. **hertwigi** Haeck. Logettes en spirale simple. Sp. r. 12-20. R. en hiver. **dujardini** H. Logettes en spirale simple. Sp. r. 20-40, ou plus. R., en hiver.
		g. STYLOCHLAMYDIUM Haeckel. Disque cloisonné, logettes disposées concentriquement ou en spirale. Ceint. fine, non cloisonnée. Sp. r. généralement 8-12. 1 esp. Méd.	**asteriscus** Haeck. Logettes concentr. Sp. r. 12. C. en hiver en surface. (Pl. 45, fig. 1).

Clef pour familles	**Familles et leurs diagnoses**	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		g. AMPHYMENIUM Haeck. Disque cloisonné, logettes concentr., prolongé aux pôles par 2 bras cloisonnés, avec ou sans sp. terminaux. *Patagium* entre les bras bien développé. 1 esp. Méd.	**pupula** Haeckel. AC. en surface en saison froide. (Pl. 45, fig. 2).
		g. AMPHICRASPEDUM H. Disque cloisonné, logettes concentr., 2 bras cloisonnés opposés, dont 1 ou les 2 bifurqués aux extrémités, munis ou non d'épines terminales. *Patagium* présent. 1 esp. Méd.	**wyvilleanum** Haeck. AC. en hiver. (Pl. 45, fig. 3).
		g. RHOPALASTRUM Ehrb. Coque triangulaire, bilatérale; disque cloisonné avec 3 bras égaux, simples, sans ou avec épines terminales, divergeant sous des angles inégaux; pas de *patagium*. 1 esp. Méd.	**truncatum** Haeck. AR. en hiver à la surface.
		g. HYMENIASTRUM Ehrb. Coque triangulaire régulière. Disque cloisonné avec 3 bras égaux, simples, sans ou avec épines terminales, divergeant sous des angles égaux; *patagium* présent. 2 esp. Méd.	**leydigi** Haeckel. AR., en hiver, à la surface. **köllikeri** Haeck. R., en hiver.
		g. EUCHITONIA Ehrenb. Coque triangulaire bilatérale. Disque cloisonné avec 3 bras cloisonnés simples, sans ou avec épines terminales, divergeant sous des angles inégaux, et réunis par un *patagium*. 4 esp. Méd.	**mülleri** Haeckel. Très variable. CC. à la surface en toutes saisons. (Pl. 45, fig. 4). **virchowi** Haeck. AC. en hiver à la surface. **beckmanni** Haeck. AR., en hiver. **ypsiloides** Haeck. (Épines terminales aux bouts des bras). R., en hiver.
		g. CHITONASTRUM H. Disque cloisonné avec 3 bras bifurqués aux extrémités, égaux ou non, divergeant sous des angles soit égaux, soit inégaux; pas de *patagium*. 1 esp. Méd.	**lyra** Haeckel. RR., occasionnel, en hiver.
	5/s/fam. des SPONGODISCINAE (Haeckel). Organisation squelettique	g. SPONGODISCUS Ehrb. Simple disque circulaire, soit entièrement spongieux, soit seulement à la périphérie,	**mediterraneus** H. C. en hiver à la surface. (Pl. 45, fig. 5).

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	analogue à celle des *Porodiscinae*, mais autour d'une loge sphérique centrale se développe un disque plat sans plaques poreuses, soit entièrement spongieux, soit avec rangées concentriques ou spiralées autour de la logette centrale. Ceinture unie ou poreuse, présente ou non. Disque peut être muni, ou non, de sp. r. marginaux et parfois faciaux, ou de 2, 3, 4 bras, réunis entre eux par un *patagium* spongieux. 8 g. Méd.	tandis que dans la partie centrale s'agencent les rangées concentriques ou spiralées de mailles plus ou moins régulières. Pas de ceinture ni d'appendices marginaux. 3 esp. Méd.	**resurgens** Ehrenb. AR., en hiver. **cycloides** Haeck. 8-10 rangées concentr. centrales, le reste du disque spongieux, irrégulier. R. en surface en hiver.
		g. STYLOTROCHUS H. Disque soit entièrement spongieux, soit avec quelques rangées concentr. ou spiralées internes. Pas de ceinture; 5-10, ou plus, sp. marginaux, égaux ou non. 3 esp. Méd.	**arachnia** Haeckel. (Sp. marginaux égaux). AC. en hiver à la surface. **heteracanthus** H. (Sp. marginaux inégaux). AR. en hiver en surface. **huxleyi** Haeckel. (5 rangées concentr. internes; sp. margin. égaux). AR. en hiver à la surface. (Pl. 45, fig. 6).
		g. SPONGOTROCHUS H. Disque sans ceint., soit entièrement spongieux, soit avec quelques (5) rangées concentr. centrales. Sp. r. marginaux et faciaux. 2 esp. Méd.	**longispinus** H. AC. en surface en hiver. **brevispinus** Haeck. AC. à la surface en hiver. (Pl. 45, fig. 7).
		g. SPONGOBRACHIUM H. Disque spongieux avec 2 bras spongieux opposés, réunis par *patagium* spongieux. 1 esp. Méd.	**ellipticum** Haeck. AR. à la surface en hiver.
		g. RHOPALODICTYUM Ehrenberg. Disque spongieux circul. ou triangul. avec 3 bras spongieux, égaux ou non, sans *patagium*. 1 esp. Méd.	**abyssorum** Ehrenb. R., occasionnel à la surface en hiver.
		g. DICTYOCORYNE Ehrb. Disque spongieux, circul. ou triangulaire, avec 3 bras spongieux, égaux ou non, réunis par un *patagium* spongieux. 2 esp. Méd.	**euchitonia** Haeck. (Bras égaux) AC. à la surface en hiver. (Pl. 45, fig. 8). **charybdea** Haeck. (Bras inégaux). AR. en hiver.
		g. SPONGASTERISCUS H. Disque spongieux circul. ou 4-angul., avec 4 bras disposés en croix régulière ou non, sans *patagium*. 2 esp. Méd.	**quadricornis** H. (Bras en croix irrégulière). AR., surface en hiver. **tetraceros** H. (Bras en croix irrégulière). R., en hiver.

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		g. SPONGASTER Ehrbg. Disque spongieux, circul. ou 4-angul., avec 4 bras disposés en croix régulière ou irrégulière, réunis par un *patagium* spongieux. 2 esp. Méd.	**tetras** Ehrenb. (Bras en croix régulière), AC. en hiver à la surface. **orthogonus** H. (Bras en croix irrégulière). AR., en hiver, à la surface.
	6/s/fam. des PYLODISCINAE (Haeckel). Coques discoïdes grill. incomplètes avec fenestrations ouvertes ou recouvertes par des lames grill. Les formes les plus simples ont 1 coque médull. sphérique, et leur coque cortic. est réduite aux 3 bras, disposés d'après la symétrie triradiale dans le plan équatorial, avec 3 espaces vides entre eux. Complication intervient avec la formation d'une ceinture équatoriale, soudée aux sommets de 3 bras, laissant 3 fenestrations ouvertes sur chaque face de la coque, qui peuvent être recouvertes par des expansions latérales de la ceinture. Les 3 premiers bras peuvent être surmontés de 3 bras secondaires, situés dans les mêmes *radii*, et être accompagnés d'une nouvelle ceint. équator., sans ou avec expansions latérales, recouvrant les fenestrations second. Les coques à 2 ceint. ont la coque médull. triopyle, c'est-à-dire constituée par 1 loge centr. sphérique, entourée d'une coque grill. avec 3 bras, sans ceint. équator. Surface des coques peut être lisse ou ornée de sp. divers. 2 g. Méd.	g. PYLOLENA Haeck. Coque médull. triopyle. 3 bras secondaires dans le plan équatorial sans la 2e ceint., 6 fenestrations, dont 3 ouvertes dans la coque corticale. 1 esp. Méd.	**inermis** Haeck. D. de la coque lisse 0,15 mm. R., en hiver, à la surface. (Pl. 46, fig. 3).
		g. HEXAPYLE Haeckel. Coque médull. triopyle. 3 bras second. de la coque cortic. avec 2e ceint., sans expansions latérales, laissant les 3 fenestrations de la coque cortic. ouvertes. Surface soit lisse, soit avec spicules ou épines. 1 esp. Méd.	**dodecantha** H. (Sp. de 2 sortes : grands et petits). D. de la coque 0,21 mm. RR., occasionnel en hiver à la surface. (Pl. 46, fig. 4).
– Coques cortic. soit complètes lentelliptiques (en forme d'un ellipsoïde lenticulaire), soit incomplètes, réduites aux ceintures.	Fam. des *LARCOIDAE* Haeckel. Coques caractérisées par la croissance inégale de 3 axes principaux : le plus long est l'axe vertical, vient ensuite l'axe transversal et le plus court est l'axe antéro-pos-		

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	térieur ou dorso-ventral. Coques lentelliptiques, grillagées ou spongieuses, uniques ou multiples, sont complètes ou incomplètes et réduites aux ceintures, perpendiculaires les unes aux autres. Leur croissance peut être soit régulière suivant les 3 axes inégaux, soit en spirale simple ou double, tantôt dans le plan horizontal (coques spiralées symétriques), tantôt en spirale ascendante (coques spiralées asymétriques), soit complètement irrégulière. Certaines formes, principalement exotiques, sont polythalames par suite des constrictions verticales des coques. Les coques médull. peuvent manquer ou être au nombre de 1 ou 2. Elles peuvent être simples, sphériques ou lenticulaires, mais généralement elles sont trizonales du type *Larnacilla*, c'est-à-dire constituées par 1 loge centrale, entourée de 3 ceint. elliptiques, perpendicul. les unes aux autres : latérale, transversale et sagittale (Pl. 46, f. 1). 7 sous-fam., dont 2 sont exotiques.		
	1/s/fam. des LARNACINAE (Haeckel). Coques cortic. à croissance généralement régulière, lentelliptiques, grill. ou spongieuses, uniques ou doubles, sans fenestrations ni constrictions, sans ou avec sp. r. Coques médull. soit uniques sub-sphériques, soit doubles, interne sphérique ou lentelliptique, externe trizonale, lentelliptique. 1 g. Méd.	g. LARNACANTHA Haeck. 1 coque cortic. lentellipt. grill. avec sp. r. régulièrement disposés. 2 coques médull., interne sphérique, externe trizonale. 1 esp. Méd.	**octacantha** H. L. O, 18, La. O, 13, H. O, 1 mm. R., en hiver, à la surface.
	2/s/fam. des PYLONINAE (Haeckel). 1-2 coques cortic. grill. incomplètes, constituées chacune par un certain nombre (1 à 3)	g. TRIZONIUM Haeck. Coque cort. constituée par 3 ceint. : primaire-transversale, secondaire-latérale et tertiaire-sagittale, sans ou a-	**amphibelonicum** H. R. à la surface en hiver.

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	de ceintures, perpendiculaires les unes aux autres, laissant, suivant le nombre de ceintures, de 2 à 8 fenestrations, ouvertes ou masquées. Sp. r. présents ou non. Coques médull. rarement simples, sphériques ou lentellipt., généralement trizonales avec 3 ceint. 5 g. Méd.	vec sp. r., disposés symétriquement. 1 esp. Méd.	
		g. Amphipyle Haeck. Coque cortic. réduite à 1 seule ceint. grill. transversale (2 fenestrations polaires), avec épines. Coque médull. lentellipt. trizonale. 1 esp. Méd.	**tetraceros** Haeck. C. à la surface en hiver. (Pl. 46, fig. 5).
		g. Tetrapyle Müller. Coque cort. faite de 2 ceint. : 1 transversale étroite et 1 latérale large (4 fenestrations); surface soit lisse ou épineuse, soit avec cornes disposées symétriquement. Coque médullaire lentelliptique trizonale. 4 esp. Méd.	**octacantha** Müll. CC. en hiver la surface. (Pl. 46, fig. 6). **quadriloba** Müll. (Sans épines). CC. en hiver à la surface. **cladacantha** H. (8 cornes ramifiées). AC. à la surface en hiver. **pluteus** Haeckel. (Une sorte de toit audessus des fenestrations). R. en hiver.
		g. Octopyle Haeckel. Coque cortic. faite de 2 ceint. : étroite transversale et large latérale; les septum grill. séparent par le milieu les fenestrations (8 apparentes); surface lisse, épineuse ou avec fortes cornes, polaires et angulaires, symétriques. Coque médull. lentelliptique trizonale. 2 esp. Méd.	**decastyle** Haeck. (10 cornes, dont 2 polaires et 8 angulaires). C., surface, en hiver. (Pl. 46, fig. 7). **hexastyle** Haeck. (6 cornes, dont 2 polaires et 4 angulaires). AC. en hiver à la surface.
		g. Pylonium Haeckel. Coque cortic. faite de 3 ceint. : transversale étroite, latérale et sagittale larges (8 fenestrations). Surface soit lisse, soit avec cornes et épines. Coque médull. lentelliptique trizonale. 1 esp. Méd.	**octacanthus** H. AR. en hiver.
	3/s/fam. des LITHELINAE (Haeckel). Coques cortic. lentellipt. symétriques, grill., agencées en spirale soit simple, soit double, dans le plan équatorial (type nautiloïde), sans ou avec sp. r. Coques médull. soit simples, sphériques ou	g. Spirema Haeckel. Coque cortic. en spirale simple ou double, surface lisse ou épineuse, sans sp. r. Coque médull. simple, subsphérique. 1 esp. Méd.	**lentellipsis** H. (Spirale simple, surface lisse). R., en hiver. **melonia** Haeckel. (Coque presque sphéroïdale, spirale simple; pas d'épines). R., en hiver. (Pl. 46, fig. 8).

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	lentelliptiques, soit doubles, trizonales. 2 g. Méd.	g. Lithelius Haeck. Coque cortic. lentellipt. ou presque subsphérique, en spirale simple ou double; surface avec très nombreux, (100 ou plus), sp. r., simples ou ramifiés. Coque médullaire simple, subsphérique. 3 esp. Méd.	**spiralis** Haeck. CC. en surface en hiver. (Pl. 46, fig. 9). **primordialis** Hertwig. CC., en hiver à la surface. (Pl. 46, fig. 10). **alveolina** Haeck. R., occasionnel en hiver à la surface.
	4/s/fam. des PHORTICINAE (Haeckel). Coques cortic. grill. ou spongieuses, monothalames, irrégulières, parfois avec fenestrations; surface lisse ou épineuse. Coque médull. soit simple, lentellipt., soit double, trizonale. 1 g. Méd.	g. Phorticium Haeck. Coque cortic. grill. avec ou sans fenestrations de forme et de position irrégulières; surface épineuse. Coque médullaire trizonale. 1 esp. Méd.	**pylonium** Haeck. AC. en surface en hiver. (Pl. 46, fig. 11).
	5/s/fam. des SOREUMINAE (Haeckel). Coques cortic. grill. polythalames irrégulières, constituées par de nombreuses chambres, agglomérées sans ordre autour de la chambre médull. soit simple subsphérique, soit lentelliptique trizonale. Surface épineuse ou avec sp. r. 1 g. Méd.	g. Soreuma Haeckel. Coque médull. simple, subsphérique. Surface de la coque cortic. sans ou avec sp. r. 1 esp. Méd.	**irregularis** Haeck. (Sans sp. r.) AR., en hiver. (Pl. 46, fig. 12).
11 Membr. de la cap. c. perforée d'1 orifice basal unique avec podocône et champ de pores....... 12	Ordre des **NASSELLARIA** (Ehrenberg) Haeckel.		
— Autre mode de perforation de la membr. de la cap. c. 16			
12 Squelette considéré comme absent (Hertwig, Haeckel), est représenté par 1 unique sp. (Hollande-Enjumet).	S/ordre des **Nassoidea** Haeckel. Fam. des *NASSELLIDAE* Haeck. Corps plasmat. nu, réduit à la cap. c. ovalaire, entourée d'ectoplasme homogène hyalin. Chez quelques exemplaires, étudiés à Alger, existerait 1 sp. apical dans l'ectoplasme. 1 g. Méd.	g. Cystidium Hertwig. Caractères de la fam. Espèces mal définies actuellement.	**inerme** Hertwig. AR., en hiver. **princeps** Haeck. R., occasionnel en hiver. (Pl. 47, fig. 1). **sp. incerta** Hollande et Enjumet. (1 sp. apical). Alger. (Pl. 47, fig. 2).

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
— Squelette autogène plus ou moins complexe, de forme diverse. 13			
13 Squelette représenté par :			
a/ trépied à 3, 4, 6, ou plus, branches, simples ou ramifiées.	S/ordre des **Plectellaria** Haeckel.		
	Fam. des *PLECTOIDAE* Haeckel. Squelette représenté par 1 trépied à 3, 4, 6, ou plus, branches, soit réunies au centre, soit divergeant des 2 extrémités d'1 bâtonnet basal ou axial (Pl. 38, f. 4, 5) Branches peuvent être simples ou ramifiées, dont les rameaux s'anastomosent parfois en 1 coque buissonnante, mais ne forment pas 1 coque grillagée régulière. 4 g. Méd.	g. Triplagiacantha Schr. Trépied à 3 branches égales, réunies au centre, dont les ramifications latérales ne sont pas agencées en 1 coque buissonnante. 1 esp. Méd.	**abietina** Hertwig. C. en hiver à la surface. (Pl. 47, fig. 5).
		g. Tetraplagia Haeck. Trépied à 4 branches égales se réunissant au centre, dont les ramifications ne sont pas agencées en 1 coque buissonnante. 1 esp. Méd.	**abietina** Haeck. AC. en hiver à la surface. (Pl. 47, fig. 6).
		g. Plagiocarpa H. Trépied à 4 branches inégales, divergeant de 2 extrémités du bâtonnet basal : 1 branche apicale ascendante et 3 branches basales descendantes. Pas de coque buissonnante. 1 esp. Méd.	**procortina** Haeck. AR., en hiver à la surface. (Pl. 47, fig. 7).
		g. Polyplecta Haeck. Trépied avec 7-30 branches se réunissant au centre, dont les ramifications latérales s'anastomosent en 1 coque buissonnante, incomplète et irrégulière. 2 esp. Méd.	**polybrocha** Haeck. AC. en hiver à la surface. **dumetum** Haeckel. AR., occasionnel en automne et en hiver.
b/ squelette en forme d'1 ou de plusieurs anneaux, complets ou incomplets, seuls ou combinés avec 1 trépied basal.	Fam. des *STEPHOIDAE* Haeckel. Squelette représenté soit par 1 seul anneau, soit par plusieurs, complets ou incomplets, ornés d'épines, simples ou ramifiées, dont les ramifications peuvent s'anastomoser en 1 coque buissonnante non régulière, avec fenestrations, se combinant souvent avec 1 trépied basal. 4 s/fam. d'après le nombre d'anneaux du squelette :		

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	1/s/fam. des STEPHANINAE (Haeckel). 1 seul anneau vertical sagittal, orné d'épines, simples ou ramifiées, sans anastomoses. Anneau reposant souvent sur 1 trépied basal à 3-4 branches. 4 g. Méd.	g. Archicircus Haeck. 1 seul anneau vertical sagittal, lisse ou épineux, ou avec cornes non ramifiées. Pas de trépied. 1 esp. Méd.	**hertwigi** Haeck. D. 0,05-0,07 mm. C. à la surface en hiver. (Pl. 47, fig. 8).
		g. Lithocircus Müller. 1 seul anneau vertical sagittal avec épines ou cornes fortement ramifiées, les ramifications ne s'anastomosant pas en 1 coque. Pas de trépied basal. 2 esp. Méd.	**annularis** Müll. D. 0,1-0,15 mm. AC. en surface en hiver. **magnificus** Haeck. D. 0,1-0,13 mm. RR., occasionnel en hiver.
		g. Zygocircus Haeckel. 1 seul anneau sagittal irrégulier, bilatéral, partie dorsale presque droite, partie ventrale bombée; lisse ou avec épines simples, sans trépied basal. 3 esp. Méd.	**triquetrus** H. D. 0,04-0,08 mm. AC. en hiver à la surface. **productus** Bütschli. D. 0,1-0,2 mm. AR. en hiver. (Pl. 47, fig. 9). **polygonus** Haeck. D. 0,05-0,07 mm. AC. en hiver.
		g. Cortina Haeckel. 1 anneau sagittal bilatéral avec 1 corne apicale et 1 trépied à 3 branches, lisses ou épineuses. 1 esp. Méd.	**tripus** Haeckel. D. 0,06-0,09, La. 0,04-0,06 mm. C. en hiver à la surface. (Pl. 47, fig. 10).
	2/s/fam. des SEMANTINAE (Haeckel). 1 anneau vertical sagittal, régulier ou non, et 1 anneau basal, perpendiculaires l'un à l'autre, lisses ou épineux, sans ou avec 1 trépied à 3, 4, 6 branches. Les apophyses de l'anneau basal délimitent 2-4, ou plus, pores basaux. Sur l'anneau sagittal, délimités par ses apophyses, peuvent exister également les pores apicaux, dorsaux ou ventraux latéraux. 3 g. Méd.	g. Semantis Haeckel. 1 anneau sagittal et 1 anneau basal, lisses ou épineux, sans trépied. 2 pores basaux, pas de pores latéraux. 1 esp. Méd.	**distephanus** H. CC. à la surface en hiver. (Pl. 48, fig. 1).
		g. Clathrocircus H. 1 anneau sagittal et 1 anneau basal, lisses ou épineux, sans trépied. 4 pores basaux, pores apicaux et latéraux en nombre variable. 1 esp. Méd.	**hexaporus** Haeck. R., en hiver à la surface.
		g. Cortiniscus Haeck. 1 anneau sagittal avec 1 corne apicale, 1 anneau basal, lisses ou épineux, combinés avec 1 trépied typiquement à 3 branches. 2-4 pores basaux. 1 esp. Méd.	**typicus** Haeckel. AC. en hiver à la surface.
	3/s/fam. des CORONINAE (Haeckel). 1 anneau sagittal primaire	g. Zygostephanus H. 1 anneau sagittal et 1 anneau frontal (latéral) complets, le	**mülleri** Haeckel. C. en hiver. **dissocircus** H. AR.

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	ct 1 anneau frontal (latéral) secondaire, complets ou non, se croisant sous un angle droit et se combinant souvent avec 1 anneau basal. Par suite de l'intersection des anneaux existe un certain nombre de fenestrations latérales et basales, soit ouvertes, soit masquées par des lames apophysaires grillagées, provenant d'épines et de cornes des anneaux. 5 g. Méd.	dernier souvent plus haut que le premier, de sorte que le squelette présente dans ce cas un enfoncement sagittal. 4 fenestrations latérales ouvertes, simples. 2 esp. Méd.	en hiver à la surface. (Pl. 48, fig. 2).
		g. Coronidium Haeck. 1 anneau sagittal et 1 anneau frontal latéral incomplets; 1 anneau basal complet; anneaux avec épines et cornes, mais sans apophyses anastomosées. 5 fenestrations ouvertes, simples : 1 basale et 4 latérales. 1 esp. Méd.	**cervicorne** Haeck. AR., en surface en hiver.
		g. Acanthodesmia Müller. 1 anneau sagittal et 1 anneau frontal latéral incomplets, 1 anneau basal complet, 5 fenestrations : 1 basale ouverte, 4 latérales, recouvertes par des lames grill., provenant des apophyses de 2 anneaux verticaux. 1 esp. Méd.	**vinculata** Müller. AR. en hiver à la surface.
		g. Eucoronis Haeckel. 1 anneau sagittal et 1 anneau basal complets, 1 anneau frontal incomplet, lisses ou épineux, avec épines, simples ou ramifiées; pas de trépied. 6 fenestrations ouvertes : 2 basales et 4 latérales. 2 esp. Méd.	**nephrospyris** H. CC. en surface pendant la saison froide. (Pl. 48, fig. 3). **challengeri** H. AR., en hiver.
		g. Trissocircus H. 3 anneaux : sagittal, frontal latéral et basal complets, perpendiculaires entre eux, lisses ou épineux. 8 fenestrations ouvertes : 4 basales et 4 latérales. 1 esp. Méd.	**binellipsis** H. R., occasionnel en hiver.
	4/s/fam. des TYMPANINAE (Haeckel). 2 anneaux horizontaux parallèles, basal inférieur et mitral (apical) supérieur complets, réunis par les anneaux verticaux, sagittal et frontal-latéral soit complets, soit incomplets, réduits dans ce dernier cas à des columelles en nombre variable. 3 g. Méd.	g. Prismatium Haeck. Squelette en forme de prisme trilatéral, constitué par 2 anneaux basal et mitral complets, réunis par 3 columelles, correspondant 1 à la moitié de l'anneau sagittal et 2 aux 2 moitiés de l'anneau frontal; ornementation sous forme d'épines ou de cornes aux angles. 1 esp. Méd.	**tripleurum** Haeck. AR., en hiver à la surface. (Pl. 48, fig. 4).

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		g. PSEUDOCUBUS Haeck. 1 anneau basal et 1 anneau mitral plus petit, épineux ou avec cornes, complets, réunis par 4 columelles, correspondant 2 à l'anneau sagittal et 2 à l'anneau frontal-latéral, incomplets tous les 2; (squelette a la forme d'un obélisque à 4 faces). 1 esp. Méd.	**obeliscus** Haeck. AC. en hiver à la surface. (Pl. 48, fig. 5).
		g. LITHOCUBUS Haeck. Squelette en forme d'un cube régulier. 1 anneau basal et 1 anneau mitral égaux, réunis par 4 columelles, dont 2 correspondent à l'anneau sagittal et 2 au frontal latéral, incomplets tous 2. Anneaux peuvent être lisses, épineux ou avec cornes ramifiées. 2 esp. Méd.	**vinculatus** Haeck. AR., en surface en hiver. **octacanthus** H. AR. en hiver à la surface.
— Squelette en forme de coques grillagées. 14	S/ordre des **Cyrtellaria** Haeckel.		
14 Coques monothalames, dithalames trithalames ou polythalames par suite de constrictions transversales.	Fam. des *CYRTOIDAE* Haeckel. Coques grill. régulières asymétr., constituées soit par 1 seule tête, soit par 2, 3, ou plus, loges (thorax, abdomen et post-abdomen), séparées entre elles par des constrictions horizontales, *resp.:* cervicale ou collaire, lombaire et abdominales. Trépied présent, avec 3, 4, ou plus, branches, soit nettement apparentes, libres, ou incrustées dans la paroi de la coque comme des rayons, soit devenant indistinctes (formes éradiées). Le bas de la coque (la bouche) tantôt largement ouverte, tantôt rétréci ou complètement fermé par 1 lame grillagée. 4 s/fam. (arbitraires) suivant le nombre de loges de la coque :		
Coques monothalames.	1/s/fam. des MONOCYRTOINAE (Haeckel). Tête uniloculaire, pourvue,	g. TRIDICTYOPUS H. Tête ovalaire ou sphérique avec corne apicale; trépied à 3 branches grill., pas d'ex-	**elegans** Hertwig. AR., hiver en surface. (Pl. 48, fig. 6).

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	ou non, de 1-2 cornes apicales, avec 1 trépied à 3-4, ou plus, branches, distinctes et libres, ou noyées dans la paroi de la coque. Bouche ouverte ou diaphragmée par lame grillagée. 4 g. Méd.	pansions latérales sur la coque. Bouche ouverte. 1 esp. Méd.	
		g. EUSCENIUM Haeck. Tête avec trépied à 4 branches, dont 1 verticale est située à l'intérieur de la coque sous forme d'1 columelle simple et se prolonge à l'extérieur en 1 corne apicale. 3 branches du trépied soit simples, lisses, soit ramifiées, sans expansions latérales sur la tête. Bouche diaphragmée. 2 esp. Méd.	**eucolpium** Haeck. AC., hiver, en surface. (Pl. 48, fig. 7). **tricolpium** Haeck. AC. à la surface en hiver.
		g. PTEROSCENIUM H. Tête avec trépied à 4 branches, dont 1 verticale est située à l'intérieur de la coque sous forme de columelle ramifiée et se prolonge à l'extérieur en 1 corne apicale; 3 branches basales libres du trépied sont réunies à la corne apicale par des expansions latérales grill. Bouche diaphragmée. 1 esp. Méd.	**pinnatum** Haeck. AC., hiver, en surface. (Pl. 48, fig. 8).
		g. CYRTOCALPIS Haeck. Tête ovalaire grill. sans cornes apicales. Coque éradiée, sans branches du trépied apparentes, rétrécie en bas autour de la bouche ouverte. 4 esp. Méd.	**urceolus** Haeck. AC., hiver, à la surface. (Pl. 48, fig. 10). **amphora** Haeckel. AC. à la surface en hiver. **ovulum** Haeckel. AR., en hiver. **obliqua** Haeckel. R., en hiver.
Coques dithalames.	2/s/fam. des DICYRTOINAE (Haeckel). Tête avec, ou sans, cornes apicales, délimitée par la constriction collaire du thorax, soit ouvert, soit diaphragmé en bas par 1 lame grill. Trépied avec 3, ou plus, branches, soit libres et distinctes, soit noyées dans la paroi du thorax et indistinctes chez les formes éradiées. 18 g. Méd.	g. DICTYOPHIMUS Ehrb. Tête soit avec 1 seule épine apicale, soit avec 1 grosse et plusieurs petites. Trépied avec 3 branches, aux extrémités libres, avec, ou sans, épines sur les parties incrustées dans les parois du thorax. Bouche ouverte. 1 esp. Méd.	**tripus** Haeckel. C. à la surface en hiver. (Pl. 49, fig. 1).
		g. TRIPOCYRTIS Haeck. Tête avec 1 corne apicale plus ou moins épineuse. 3 branches du trépied, formant 3 nervures sur la tête, et dont les parties divergentes	**plectaniscus** H. C. à la surface en hiver. (Pl. 49, fig. 2).

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		sont réunies, sur toutes leurs longueurs, par des plaques grill. à la paroi du thorax. Bouche ouverte. 1 esp. Méd.	
		g. LITHOMELISSA Ehrb. Tête avec 1 ou plusieurs cornes. Trépied sans branches aux extrémités terminales libres, mais avec 3 fortes épines ou excroissances grill. sur la paroi du thorax. Bouche ouverte. 2 esp. Méd.	**thoracites** Haeck. CC. en hiver à la surface. (Pl. 49, fig. 3). **mediterranea** Müll. C. en hiver.
		g. LAMPRODISCUS Ehrb. Tête avec corne apicale. Thorax discoïdal ou pyramidal très aplati, avec 3 crêtes incluses dans la paroi, correspondantes aux 3 branches du trépied, sans extrémités libres. Bouche très largement ouverte, aux contours lisses. 2 esp. Méd.	**laevis** Hertwig. C. en hiver. (Pl. 49, fig. 4). **tricostatus** H. AC. à la surface en hiver.
		g. LAMPROMITRA Haeck. Tête avec 1 corne apicale, thorax pyramidal très aplati, avec 3 crêtes correspondantes aux 3 branches du trépied, sans extrémités libres. Bouche largement ouverte, avec de nombreux sp. descendants sur son pourtour. 1 esp. Méd.	**schultzei** Haeck. AR. en hiver.
		g. EUCECRYPHALUS H. Tête avec corne apicale, thorax plus ou moins conique, aplati. 3 fortes épines simples, ou 3 épines grillagées divergentes, implantées sur la constriction collaire. Bouche largement ouverte, au pourtour soit lisse, soit orné d'1 couronne de sp. péribuccaux. 2 esp. Méd.	**corocalyptra** H. (Pas de sp. marginaux péribuccaux). C. en hiver à la surface. **gegenbauri** Haeck. (Couronne de sp. péribuccaux). CC. à la surface en hiver. (Pl. 49, fig. 5).
		g. LYCHNOCANIUM Ehrb. Tête avec corne apic. Pas de crêtes dans les parois du thorax. 3 branches du trépied libres, simples, divergentes. Bouche ouverte, parfois rétrécie. 2 esp. Méd.	**sigmopodium** H. (Bouche largement ouverte). R. en hiver. **pyriforme** Haeck. (Bouche rétrécie) R., en hiver.

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		g. LITHARACHNIUM H. Tête très réduite, de formation secondaire, sans cornes apic., séparée du thorax par 1 septum interne avec 3-4 pores, sans constriction collaire. Thorax conique, évasé, en forme de chapeau annamite, très largement ouvert en bas, avec de nombreuses côtes non ramifiées, incluses dans les parois, correspondantes aux branches du trépied. 1 esp. Méd.	**tentorium** Haeck. CC. en surface en automne et hiver. (Pl. 49, fig. 6, 7).
		g. SETHOPHORMIS Haeck. Tête très petite, séparée par 1 septum grill. interne du thorax pyramidal, dans les parois duquel sont incluses les nombreuses branches du trépied. Bouche largement ouverte, entourée d'1 repli grill., retourné vers le haut. 1 esp. Méd.	**eupilium** Haeck. AC. à la surface en hiver. (Pl. 49, fig. 8).
		g. ACANTHOCORYS H. Tête subsphérique, avec nombreuses cornes. Thorax pyramidal avec 6-30, ou plus, côtes, incluses dans ses parois, se prolongeant au-delà de la bouche largement ouverte. 1 esp. Méd.	**umbellifera** Haeck. C. en surface en hiver. (Pl. 49, fig. 9).
		g. ARACHNOCORYS H. Tête subsphérique, avec nombr. cornes, séparée du thorax par 1 septum grill. Thorax pyramid, avec 6-30, ou plus, côtes, incluses dans ses parois, se prolongeant au-delà de la bouche ouverte. Les extrémités libres des branches du trépied, avec épines latérales, sont réunies aux cornes de la tête par 1 fin réseau arachnéen. 2 esp. Méd.	**circumtexta** H. CC. en hiver à la surface. (Pl. 49, fig. 10). **hexaptera** Haeck. AR., en hiver.
		g. CARPOCANIUM Ehrbg. Tête rudimentaire, sans corne apic., cachée dans le thorax renflé, sans côtes apparentes. Bouche ouverte, entourée d'1 couronne de 6-12, ou plus,	**diadema** Haeck. L. 0,09, La. 0,06 mm. AC. en hiver. (Pl. 50, fig. 1).

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		prolongements thoraciques dentiformes. 4 esp. Méd.	**microdon** Ehrbg. L. 0,11, La. 0,06 mm. AC. en hiver. **peristomium** H. L. 0,12, La. 0,07 mm. AR., en hiver. **laeve** Ehrenberg. L. 0,07, La. 0,07 mm. AC. en hiver à la surface.
		g. Cornutella Ehrbg. Tête tout à fait rudimentaire avec corne apic. Thorax pyramid., éradié, sans côtes apparentes. Bouche ouverte, pas de dents péribuccales. 2 esp. Méd.	**clathrata** Ehrbg. R., en hiver. **annulata** Ehrbg. RR. en hiver.
		g. Sethocyrtis Haeck. Tête avec corne apic. Thorax ovalaire ou subcylindr. Bouche rétrécie, simple, sans péristome. 1 esp. Méd.	**oxycephalus** H. L. 0,14, La. 0,08 mm. AC., à la surface en hiver. (Pl. 50, fig. 2).
		g. Sethocorys Haeckel. Tête avec 1 corne apic. grill. Thorax subcylindr. éradié, rétréci vers la bouche ouverte, se terminant par un péristome en forme d'1 collerette hyaline, non grill. 1 esp. Méd.	**achillis** Haeck. L. 0,12, La. 0,08 mm. CC. en hiver à la surface. (Pl. 50, fig. 3).
		g. Dictyocephalus Ehrenberg. Tête sans cornes, thorax éradié ovalaire, rétréci vers la bouche ouverte, étirée en péristome non grillagé. 1 esp. Méd.	**mediterraneus** H. L. 0,13, La. 0,08 mm. AC. en hiver. (Pl. 50, fig. 4).
		g. Sethocapsa Haeckel. Tête avec corne apicale. Thorax éradié ovalaire, bouche diaphragmée. 1 esp. Méd.	**pyriformis** Haeck. L. 0,15, La. 0,12 mm. AR., en hiver. (Pl. 50, fig. 5).
Coques trithalames.	3/s/fam. des TRICYRTOINAE (Haeckel) Coques trithalames, constituées par 1 tête, avec ou sans épines ou cornes apic., séparée du thorax par la constriction collaire, lequel, à son tour, est séparé de l'abdomen par la constriction lombaire. Le bas de l'abdo-	g. Pterocorys Haeck. Tête avec 1 ou plusieurs cornes. Thorax avec 3 sp. simples, divergeant de ses côtés vers extérieur, correspondant aux 3 branches du trépied. Abdomen ovalaire ou cylindrique, bouche ouverte, parfois étirée en 1 tube étroit. 3 esp. Méd.	**carinata** Haeck. C. en hiver à la surface. (Pl. 50, fig. 6). **aquila** Haeckel. C. en hiver. **columba** Haeck. AR. à la surface en hiver.

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	men soit ouvert, soit diaphragmé par 1 lame grill. Trépied avec 3, 4, 5, ou plus, branches, soit apparentes dans les parois de la coque, soit devenues indistinctes chez les formes éradiées. 13 g. Méd.	g. Theopilium Haeck. Tête avec 1, parfois 2, cornes apic. 3 côtes, correspondantes aux 3 branches du trépied, sont incluses dans les parois du thorax. Abdomen cylindr. avec bouche ouverte, sans aucun prolongement latéral ou terminal. 1 esp. Méd.	**cranoides** Haeck. CC. à la surface en hiver. (Pl. 50, fig. 2).
		g. Corocalyptra H. Tête avec 1 corne apic. 3 épines simples, équivalentes des 3 branches du trépied, divergentes, partent de la constriction collaire. Thorax conique, élargi vers le bas, abdomen encore plus évasé. Bouche ouverte. 1 esp. Méd.	**emmae** Haeckel. AR. en hiver. (Pl. 50, fig. 8).
		g. Dictyoceras H. Tête avec corne apicale courbée. Thorax avec 3 excroissances latérales grill., se terminant par des pointes acérées. Quelques épines (5) sur le thorax, parfois également sur l'abdomen conique, largement ouvert en bas. 1 esp. Méd.	**virchowi** Haeck. CC. en hiver à la surface. (Pl. 50, fig. 9).
		g. Pterocanium Ehrbg. Tête avec corne apic. Thorax conique, couvert d'épines simples, avec 3 côtes se prolongeant sur abdomen et se terminant par 3 expansions grill. Bouche largement ouverte. 3 esp. Méd.	**trilobum** Haeck. CC. en surface en hiver. (Pl. 50, fig. 10). **proserpinae** Ehr. AC. en hiver à la surface. **tricolpium** Haeck. AR. en hiver.
		g. Pleuropodium Haeck. Tête avec 1 corne apic. incurvée. Thorax épineux, sans côtes visibles. Abdomen avec 3 côtes, se prolongeant en 3 branches du trépied, non grillagées. Bouche ouverte. 1 esp. Méd.	**charybdeum** (Müll). AR. en hiver.
		g. Podocyrtis Ehrenb. Tête avec 1 corne apic., généralement simple. Thorax conique, abdomen largement ouvert en bas, tous les 2 sans côtes apparentes. 3 branches	**mitra** Ehrb. R. en hiver. **euceros** Ehrbg. R. en hiver. **ovata** Haeckel. R. en hiver.

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		du trépied non grill., libres, se prolongeant au-delà de l'abdomen. 4 esp. Méd.	**conica** Haeckel. R., occasionnel en hiver.
		g. THEOCONUS Haeckel. Tête avec 1 corne apic. Thorax et abdomen éradiés, campanuliformes. Bouche largement ouverte. 4 esp. Méd.	**zancleus** Haeck. AC. en hiver à la surface. (Pl. 50, fig. 11). **aegeus** Haeckel. AR. en hiver. **orthoconus** H. R. en hiver. **ariadnes** Haeck. RR., occasionnel en hiver.
		g. THEOCORYS Haeckel. Tête avec 1 corne apic. Thorax et abdomen éradiés, ce dernier renflé au milieu et ensuite rétréci vers la bouche ouverte. 2 esp. Méd.	**cretica** Haeckel. AC. en hiver à la surface. **veneris** Haeck. CC. à la surface en hiver. (Pl. 50, fig. 12).
		g. THEOCAPSA Haeckel. Tête avec 1 corne apic. Surfaces des coques éradiées lisses ou épineuses. Abdomen ovalaire, rétréci vers la bouche, diaphragmée par 1 lame grill. 3 esp. Méd.	**aristotelis** H. CC. en hiver à la surface. (Pl. 50, fig. 13). **wolffi** Haeckel. AR. en hiver. **linnaei** Haeckel. AR., en hiver.
Coques polythalames.	4/s/fam. des STICHOCYRTOINAE (Haeckel). Coque constituée par la tête, avec ou sans cornes apic., par le thorax, souvent avec expansions grill. latérales, l'abdomen et le post-abdomen, comprenant 1 ou plusieurs loges, séparées par des constrictions transversales abdominales. Bord inférieur du post-abdomen soit ouvert, soit fermé par 1 lame grill. Trépied avec 3 branches, ou plus, soit apparentes, soit indistinctes chez les formes éradiées. 9 g. Méd., dont 6 sont les plus communs.	g. ARTOPILIUM Haeckel. Tête avec 1 corne apic. Thorax renflé avec 3 branches du trépied, incrustées dans ses parois, parfois proéminentes en forme d'expansions latérales grill. Post-abdomen triloculaire, légèrement rétréci autour de la bouche ouverte. 1 esp. Méd.	**anomalum** Haeck. CC. en hiver à la surface. (Pl. 50, fig. 14).
		g. LITHOSTROBUS Bütschli. Tête avec 1 corne apic. Le reste de la coque, avec 4-6 constrictions transversales, s'élargit graduellement jusqu'à la bouche ouverte. 2 esp. Méd.	**conulus** Haeck. C. en hiver à la surface. (Pl. 50, fig. 15). **cornutella** Butschli. C. en hiver à la surface.
		g. EUCYRTIDIUM Ehrbg. Tête avec 1 corne apic. Coque éradiée, à surface lisse ou épineuse, d'abord graduellement élargie vers le bas, ensuite la dernière loge post-abdominale légèrement rétré-	**galea** Haeckel. CC. en hiver à la surface. **cienkowskii** H. C. en hiver à la surface. (Pl. 50, fig. 16). **tropezianum** H. R., occasionnel en hiver.

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		cie autour de la bouche ouverte. 5 esp. Méd.	**lagena** Haeckel. RR. en hiver. **eruca** (Haeckel). Ehr. RR., occasionnel en hiver.
		g. Eusyringium Haeck. Tête avec 1 corne apic. Coque éradiée d'abord élargie progressivement, ensuite la dernière loge rétrécie en 1 tube grill., se terminant par la bouche ouverte. 1 esp. Méd.	**macrosiphon** H. RR. occasionnel en hiver.
		g. Spirocyrtis Haeck. Tête avec 1 corne apic. Coque éradiée conique ou fusiforme, rétrécie autour de la bouche ouverte. Constrictions transversales non parallèles entre elles, mais agencées spiralement. 1 esp. Méd.	**holospira** Haeck. AC. en hiver à la surface. (Pl. 51, fig. 1).
		g. Cyrtocapsa Haeckel. Tête avec 1 corne apic. Coque éradiée, ovalaire ou fusiforme; dernière loge post-abdominale clôturée par 1 lame grillagée. 1 esp. Méd.	**diploconus** H. R., occasionnel en hiver.
— Coques monothalames, dithalames ou trithalames avec constrictions verticales 15			
15 Coques monothalames ou dithalames avec 1 constriction verticale sur la tête et parfois 2 constrictions transversales chez les formes dithalames.	Fam. des *SPYROIDAE* Haeckel. Coques grill., parfois spongieuses, caractérisées par la présence simultanée de 3 éléments essentiels des Nassellaires : la tête, le trépied et l'anneau sagittal. Ce dernier divise la tête par 1 constriction verticale en 2 hémisphères latéraux. Tête, avec 1 ou plusieurs cornes, grill., complète ou fenestrée, peut être surmontée d'1 dôme ou coupole *(galea)*, également fenestré. A la base de la tête existe généralement le trépied, dont les branches, en nombre variable, partent de la péri-		

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	phérie de la tête. Par anastomose des apophyses latérales des branches du trépied peut s'agencer le thorax, séparé de la tête par un septum percé de pores. D'après la forme du squelette, on distingue 4 s/fam.; dont 3 sont Méd.		
	1/s/fam. des ZYGOSPYRINAE (Haeckel). Coque réduite à 1 tête biloculaire, sans coupole. Branches du trépied 3, ou plus. 3 g. Méd.	g. Tripospyris Haeck. Tête biloculaire avec 1 corne apic. et 1 septum à la base, percé de 2-3 pores. Trépied avec 3 branches descendantes, libres. 1 esp. Méd.	**triplecta** Haeck. AR., en hiver à la surface.
		g. Anthospyris Haeck. Tête biloculaire avec 3 cornes : 1 apic. et 2 latérales. Branches du trépied, libres et divergentes, 7-9, ou plus. 1 esp. Méd.	**arachnoides** H. AR., en hiver à la surface. (Pl. 51, fig. 2).
		g. Ceratospyris Ehrb. Coque grill. d'aspect particulier, rappelant celui des *Plectanidae*, avec de très larges mailles, constituées par des bâtonnets fins. Épines simples, rarement ramifiées, en guise de cornes et de branches du trépied, sont situées sur les faces orale et aborale de la coque. 2 esp. Méd.	**polygona** Haeck. AC. en hiver à la surface. (Pl. 51, fig. 3). **pentagona** Haeck. R., en hiver.
	2/s/fam. des THOLOSPYRINAE (Haeckel). Coques grill. constituées par 1 tête biloculaire, surmontée d'1 coupole, avec ou sans cornes. Trépied avec 2, 3, 6, 9, ou plus, branches, qui sont parfois indistinctes. 2 g. Méd.	g. Lophospyris Haeck. Tête biloculaire avec coupole, surmontée d'1 corne. 2 branches du trépied, libres. 1 esp. Méd.	**acuminata** Hertw. AC. en hiver à la surface. (Pl. 51, fig. 4).
		g. Pylospyris Haeck. Tête biloculaire avec coupole et corne apic. et une forte constriction sagittale. Bas de la coque arrondi, clôturé par 1 septum à 4 pores. Pas de branches du trépied distinctes. 2 esp. Méd.	**canariensis** H. R., occasionnel en hiver. **trinacria** Haeck. AR. à la surface en hiver. (Pl. 51, fig. 5).
	3/s/fam. ANDROSPYRINAE (Haeckel). Coques dithalames de ces formes, les plus aberrantes de	g. Amphispyris H. Coque lenticulaire triloculaire, complètement grillagée sur la face frontale, avec larges fenestrations sur les	**sternalis** Haeck. AC. en hiver à la surface. (Pl. 51, fig. 6).

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	la fam. des *SPYROIDAE*, sont constituées par 1 tête avec coupole et cornes apic., et 1 thorax avec trépied à 3 branches, parfois indistinctes. Elles sont subsphériques, lenticulaires ou reniformes, triloculaires à cause de 2 constrictions transversales parallèles, et peuvent ou être grillagées avec fenestrations, ou plus ou moins spongieuses. Les branches du trépied sont, le plus souvent, indistinctes. 2 g. Méd.	côtés dorsal et ventral, avec 2 constrictions nettes : 1 mitrale et 1 collaire. Pas de branches du trépied. 1 esp. Méd. g. Nephrospyris H. Coque reniforme grillagée avec forte incision basale sagittale, sans constrictions transversales, ni branches du trépied apparentes. 1 esp. Méd.	 **renilla** Haeckel. AR. en hiver à la surface. (Pl. 51, fig. 7).
— Coques monothalames ou polythalames avec constrictions multiples (3-6) verticales sur les têtes.	Fam. des *BOTRYOIDAE* Haeckel. Coques monothalames, dithalames ou trithalames, sans anneau sagittal ni trépied basal apparents. Têtes, lobulées par suite de 3-6 constrictions verticales, sont constituées par 3-5 loges, séparées les unes des autres par des septum, et disposées soit d'une manière symétrique, soit sans ordre. Elles sont souvent pourvues de tubes grillagés. Bouche ouverte ou diaphragmée. 3 s/fam. d'après le nombre de loges, dont 2 dans Méd.		
	1/s/fam. des BOTRYOINAE (Haeckel). Coques dithalames, sans ou avec tubes, généralement grill., sur les têtes lobulées. Bouche soit ouverte, soit diaphragmée. 2 g. Méd.	g. Botryopyle Haeck. Tête sans tubes grill. Thorax ovalaire, bouche ouverte. 2 esp. Méd.	**dictyocephalus** H. AR., en hiver à la surface. (Pl. 51, fig. 8). **inclusa** Haeckel. R., en hiver.
		g. Acrobotrys Haeck. Tête avec tubes grill. Bouche ouverte. 1 esp. Méd.	**monosolenia** H. RR., occasionnel en hiver.
	2/s/fam. des PYLOBOTRYINAE (Haeckel). Coques trithalames, sans ou avec tubes grill. sur les têtes lobées; bouche soit ouverte, soit diaphragmée. 2 g. Méd.	g. Botryocampe Ehrb. Tête sans tubes grill. Bouche diaphragmée. 1 esp. Méd.	**inclusa** Haeck. R., occasionnel en hiver.
		g. Phormobotrys H. Tête avec tubes grill. Bouche diaphragmée par 1 lame grill. 1 esp. Méd.	**hexathalamia** H. AC. en hiver à la surface. (Pl. 51, fig. 9).
16 Membr. de la cap. c. double, perfo-	Ordre des **PHOEODARIA** (Haeck.) Haecker.		

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
rée d'1, de 3, exceptionnellement de plusieurs, orifices : astropyle et parapyles. Phaeodium constamment présent. Squelette absent, hétérogène ou autogène 17			
17 Squelette absent ou hétérogène.	S/ordre des **Phoeocystinae** (Haeckel).		
	Fam. des *CEMENTELLIDAE* Haecker. Formes sans squelettes, décrites par H., semblent douteuses et représentent, probablement, stades jeunes, issus de divisions, n'ayant pas encore formé leur squelette. Chez les autres le squelette est représenté par divers éléments étrangers, agglomérés à la périphérie. 3 (?) g. Méd.	g. PHOEODINA Haeck. Cap. c. tripylée; aucun squelette. (g. douteux). 1 esp. Méd.	**tripylea** Haeck. AC. en hiver.
		g. PHOEOCOLLA (H.). Squelette hétérogène, dont les éléments semblent être intraplasmiques. Cap. c. avec 1 seul astropyle. Stades dicystinés, à 2 cap. c., fréquents. 1 esp. Méd.	**ambigua** Borgert. C. en hiver dans épiplancton. (Pl. 52, fig. 2).
		g. CEMENTELLA Borg. Squelette hétérogène, dont les éléments, de provenance diverse, sont agglomérés à la surface du corps plasmatique. Cap. c. avec 1 ou 3 orifices. Stades à 2 cap. c. fréquents. 1 esp. Méd.	**loricata** Borgert. CC. en hiver à la surface. (Pl. 52, fig. 3).
— Squelette autogène........... 18			
18 Squelette autogène discontinu, spiculaire.	Fam. des *AULACANTHIDAE* (Haeckel). Squelette représenté par des sp. isolés creux, soit uniquement périphériques, soit seulement radiaires, soit, à la fois, par des tangentiels et des radiaires. Cap. c. tripylée. Stades di- et polycystinés (2-4) fréquents. 2 sous-fam.		
	1/s/fam. des CANNORRHAPHINAE (Haeckel). Sp. uniquement périphériques, lisses ou ramifiés. 2 g. Méd.	g. CANNOBELOS (Haeck). Sp. périphér. lisses, fusiformes. 1 esp. Méd.	**cavispicula** H. CC. en hiver à la surface. (Pl. 52, fig. 4).
		g. CANNORRHAPHIS (H.) Sp. épineux. 1 esp. Méd.	**mediterranea** Borgert. AC. en hiver.

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	2/s/fam. des AULACANTHINAE (Haeckel). Sp. soit uniquement radiaires, lisses ou épineux et diversement ramifiés aux extrémités, soit, en même temps, radiaires et tangentiels, très fins. 2 g. Méd.	g. AULACANTHA Haeck. Sp. tangentiels nombreux, très fins, formant une sorte de feutrage périphér. Sp. r. dentelés, non ramifiés, dont les parties basales arrivent jusqu'à la membr. de la cap. c. 1 esp. Méd.	**scolymantha** H. CC. en hiver à la surface, entre 50-100 m. de prof. en été. (Pl. 52, fig. 1, 5).
		g. AULOGRAPHIS H. Sp. tangentiels très fins, sp. r. avec verticilles d'épines simples, non ramifiées, aux sommets. 2 esp. Méd.	**pandora** Haeck. AR. en hiver. (Pl. 52, fig. 6). **mediterranea** Borgert. AR., en hiver.
— Squelette autogène continu en forme de coques. 19			
19 Coques sphériques de grande taille, uniques ou multiples; cap. c. au centre des coques 20	S/ordre des **Phoeosphoeria** (H.) Haecker.		
— Coques de petite taille, de forme et structure diverses, avec orifice buccal au pôle oral; cap. c. excentr., aborales. 23			
20 Coques constituées par des éléments siliceux creux 21			
— Coques constituées par des éléments siliceux pleins 22			
21 Coques uniques.	Fam. des *AULOSPHAERIDAE* (Claus) Haeckel. Coques uniques, généralement grill., parfois spongieuses, constituées par des bâtonnets creux articulés, formant ainsi 1 réseau cortic. avec mailles soit triangul., soit polygon. Sp. r. implantés soit aux points nodaux du réseau, soit aux sommets de petites pyramides, formées par plusieurs bâtonnets en faisceaux.	g. AULOSPHAERA Haeck. Grande coque grill. sphéroïdale avec larges mailles triangul. Sp. r. soit lisses, soit plus ou moins ramifiés, partent des points nodaux du réseau cortical, où sont assemblés les 6 tubes des mailles du réseau. 4 esp. Méd.	**trigonopa** Haeck. D. 2,2 mm. AC. à la surface en hiver, entre 50-200 m. en été. (Pl. 52, fig. 7). **neglecta** Borgert. AC. (Même habitat). **cruciata** Haeck. (Sp. ramifiés). D. 1,2-1,8 mm. AR. (Même habitat). **elegantissima** H. D. 1,5-1,8 mm. (Même habitat).

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	Surface des coques lisse ou ornée d'épines second. 3 g. Méd.	g. Auloscena Haeck. Grande coque grill. sphérique, à mailles triangul. Sp. r., implantés aux sommets des pyramides, formées de 6 bâtonnets, sont soit lisses, soit épineux, avec verticilles de branches aux sommets. 1 esp. Méd.	**penicillus** Haeck. D. 2,0-2,5 mm. R., à la surface en hiver; entre 100-200 m. en été.
		g. Aulonia Haeckel. Grande coque grill. sphéroïd. avec mailles polygon. irrégulières, 3-4 tubes étant réunis à chaque point nodal. Surface lisse, sans sp. r. 1 esp. Méd.	**polygonia** Haeck. R., occasionnel en hiver.
— Coques doubles.	Fam. des *CANNOSPHAERIDAE* (Haeckel). 2 coques concentr., externe grill., interne massive avec 1 pylum, reliées par 12-80 tubes ou trabécules élargis à la base, munis d'épines ou de branches latérales. Les mailles de la coque externe sont très larges et peu nombreuses, d'où son aspect polygonal. Sp. r., parfois avec des orifices à leurs bases, sont insérés aux points nodaux du réseau, lequel peut être orné de divers sp. secondaires. Cap. c. supposée monopylée. 1 g. Méd.	g. Coelacantha Hertwig. Coque interne massive, d'apparence grill. par suite de l'existence à sa surface de petites côtes proéminentes, formant 1 réseau superficiel, grossier et irrégulier (Pl. 52, fig. 9). 2 esp. Méd.	**anchorata** Hertw. D. 3 mm. CC. en surface en automne et en hiver. **ornata** Borgert. C. (Même habitat). (Pl. 52, fig. 8).
22 Coques sphéroïd., polygon. ou fusiformes, uniques ou doubles, constituées par des éléments siliceux pleins.	Fam. des *SAGOSPHAERIDAE* (Haeckel). Seule fam. des Phoeodariés, où les éléments squelettiques sont pleins et non creux, tubulaires. Coques sphéroïd., polygon. ou fusiformes, uniques ou doubles, généralement grill., plus rarement spongieuses, sans orifices buccaux. Mailles du réseau cortic. larges, le plus souvent triangul. Sp. r., souvent diversement ramifiés, s'insèrent soit directement sur les points nodaux du réseau, soit aux sommets des pyramides, cons-	g. Sagena Haeckel. 1 seule coque grillagée sphéroïdale, sans sp. r., ni épines. 2 esp. Méd.	**tenaria** Haeckel. D. 1,5-2,5 mm. AC. en hiver à la surface, en été entre 50-200 m. (Pl. 53, fig. 1). **crucifera** Haeck. D. 1,5 mm. RR., même habitat.
		g. Sagosphaera Haeckel. 1 seule coque sphéroïd. grill. avec sp. r. implantés aux points nodaux du réseau cortic. 1 esp. Méd.	**trigonilla** Haeck. D. 1,2-1,8 mm. (Identique à *Aulosphaera trigonopa*, mais les bâtonnets du squelette sont pleins). AR., entre 0 et 200 m. de prof.
		g. Sagoscena Haeck. 1 seule coque sphéroïd. grill.;	**gracilis** Haeckel. D. 1-2 mm. (Verticilles

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	tituées par des bâtonnets, réunis en faisceaux. Cap. c. tripylée, située au centre de la coque. 3 g. Méd.	sp. r., le plus souvent ramifiés dans leurs parties distales, sont implantés aux sommets des pyramides à 5-7, ou 4-8 faces, sans bâtonnet axial vertical à l'intérieur des pyramides. 2 esp. Méd.	de 4 épines sur les parties distales des sp. r.) AC. en surface en automne et hiver; entre 0 et 100 m. en été) (Pl. 53, fig. 2). **fragilis** Haeckel. D. 1-2mm. (Pyramides à 4-8 faces, sp. r. lisses). AR., même habitat.
23 Coques uniques, sphériques ou polyédr., à parois épaisses et à structure porcelainée, percées de pores, avec bouche simple ou étirée en péristome. Cap. c. tripylée, excentr... 24	S/ordre des **Phoeocalpidae** (H.), Haecker, Schm.		
— Coques d'une autre forme et d'une autre structure.. 25			
24 Coque sphéroïd. monaxones : a/bouche simple.	Fam. des *CASTANELLIDAE* (H.) Schmidt. Coques sphéroïd. monaxones, aux parois épaisses, montrant la structure porcelainée, c'est-à-dire constituées par 2 lamelles, externe et interne, entre lesquelles est située une couche médiane porcelainée poreuse. Surface des coques avec pores et nombr. sp. r. et secondaires. Orifice buccal simple, généralement entouré d'1 couronne de sp. dentiformes. 1 g. Méd.	g. CASTANIDIUM (H.). Coque sphérique, ornée de sp. r. et second. simples, non ramifiés. Bouche simple, sans sp. dentiformes péribuccaux. 2 esp. Méd.	**variabile** Borgert. AC. à la surface en hiver. Vit en profond. moyenne. (Pl. 53, fig. 3). **buchanani** Haeck. D. 0,25-0,3 mm. AR. en hiver.
b/bouche étirée en péristome.	Fam. des *POROSPATHIDAE* Borgert. Coques sphéroïd. ou oviformes, monaxones, avec orifice buccal étiré en péristome, se prolongeant à l'intérieur sous forme d'1 tube. Surface avec protubérances papilliformes, situées aux sommets	g. POROSPATHIS (H.). Caractères de la fam. 1 esp. Méd.	**holostoma** (Cleve). R., occasionnel à la surface en hiver; vit en profond., entre 200 et 500 m. (Pl. 53, fig. 4).

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	de petits champs triangul. confluents. Sp. r. tubiformes, peu nombr., disposés sans ordre défini. 1 seul g. Méd.		
— Coques généralement polyédr., parfois presque sphéroïd. Structure des parois alvéolaire. Bouche simple, non étirée en péristome. Pores en couronne à la base des sp. r. tubiformes.	Fam. des *CIRCOPORIDAE* Haeckel. Coques polyédr. (octaédr., icosaédr., tétradécaédr. ou dodécaédr.). Parois avec structure alvéolaire, ressemblant, vue par la surface, à 1 gâteau de cire. 6-24 sp. r. tubiformes diversement ramifiés, situés aux angles du polyèdre avec de gros pores, 3, ou plus, disposés en couronne à leurs bases. Bouche simple, entourée d'1 couronne de sp. dentiformes. 1 g. Méd.	g. Circoporus (Haeck). Coque octaédr., presque sphéroïd., avec 6, ou 7, sp. r. tubiformes aux angles, diversement ramifiés, avec 4, 3, ou 5, pores à leurs bases. 3 sp. simples, longs et fins, autour de la bouche triangul. ou cruciforme. 2 esp. Méd.	**sexfuscinus** H. D. 0,2-0,25 mm. R., forme de profond., occasionnel en surface. (Pl. 53, fig. 5). **hexapodius** Borg. R., même habitat.
25 Coques de forme diverse à symétrie bilatérale, non bivalves . . . 26 — Coques à symétrie bilatérale, bivalves 27	S/ordre des **Phoeogromia** (H.), Haecker, Borgert *emend.*		
26 Coques ovalaires ou lenticulaires, à symétrie bilatérale, parois à structure « diatoméenne ».	Fam. des *CHALLENGERIDAE* Murray. Parois des coques à structure « diatoméenne », c'est-à-dire perforées de fins canaux s'élargissant au milieu en alvéoles arrondies ou polygonales, accolées entre elles comme dans 1 gâteau de cire (Pl. 53, fig. 7). Orifice buccal soit simple, soit étiré en péristome. Sp. r. généralement marginaux, souvent groupés en couronne autour de la bouche. Cap. c. tripylée, excentrique. 2 g. Méd.	g. Protocystis Wallich. Orifice buccal simple, pas de pharynx, ni de sp. r. marginaux. 1, ou plusieurs, sp. dentiformes péribuccaux. 1 esp. Méd. g. Challengeron (H.) Orifice buccal simple, sans péristome, avec 1, ou plusieurs, sp. péribuccaux. Sp. r. soit marginaux, soit localisés au pôle aboral. 3 esp. Méd.	**xiphodon** Haeckel. C. à la surface en hiver; vit en profond. entre 100 et 400 m. (Pl. 53, fig. 6). **naresii** (Murray). C. à la surface en hiver; en été entre 50-200 m. (Pl. 53, fig. 7). **diodon** Haeckel. C., même habitat. (Pl. 53, fig. 8). **willemoesii** H. C., même habitat. (Pl. 53, fig. 9).
— Coques ovalaires ou sphéroïd., à symétrie bilatérale; parois à structure alvéolaire; cornes apic. et « *velum* » des sp. r. péribuccaux souvent présents.	Fam. des *MEDUSETTIDAE* (Haeck.) Borgert. Fam. disparate, englobant les Phoeodariés pourvus d'un squelette autogène complet en forme de coques, ainsi que les formes aberrantes, presque toutes exotiques, chez		

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	lesquelles le squelette est absent, hétérogène ou autogène rudimentaire. On peut distinguer 2 s/fam. d'après les caractères squelettiques.		
	1/s/fam. des ATLANTICELLINAE Borgert. Formes aberrantes, soit nues, soit avec 1 squelette hétérogène ou avec 1 squelette autogène discontinu rudimentaire, réduit à une sorte de pied péribuccal. 1 seul g., avec 1 seule esp., ayant un squelette hétérogène, a été signalé dans Méd.	g. MIRACELLA Borg. Corps ovoïde, cap. c. oviforme avec 1 seul astropyle. Squelette hétérogène, représenté principalement par ceux des Silicoflagellés *Dictyocha*, agglomérés à la périphérie. 1 esp. Méd.	**ovulum** Borgert. C. à la surface en hiver. (Pl. 54, fig. 1).
	2/s/fam. des MEDUSETTINAE (Borgert.) Coques ovalaires, sphéroïdales ou en forme de bonnet, à symétrie bilatérale, parois avec structure alvéolaire; généralement 1 longue corne apic. épineuse. Sp. r. localisés autour de la bouche simple, largement ouverte, où ils forment une sorte de « *velum* ». Au pôle oral 3, 4, 6, ou 10-20, grands sp. cloisonnés, lisses ou diversement ramifiés, isolés ou soudés par paires en anses. Cap. c. tripylée, excentrique. Stades polycystinés fréquents. 3 g. Méd.	g. MEDUSETTA (H.) Borgert. Coque en forme de bonnet avec 1 corne apic. très longue et 4 sp. cloisonnés creux, égaux, lisses, épineux ou ramifiés, soit isolés, soit réunis par paires en anses dans la partie basale. Surface de la coque et corne apic. ornées de sp. second. 1 esp. Méd.	**parthenopaea** Borg. AC. à la surface en automne et en hiver. (Pl. 54, fig. 2).
		g. EUPHYSETTA H. Coque ovalaire, avec ou sans corne apic. 1 sp. oral fortement développé et 3 plus petits, tous indépendants, simples ou peu ramifiés. 1 esp. Méd.	**lucani** Borgert. C. à la surface en hiver, en été entre 100-200 m. (Pl. 54, fig. 3).
		g. GAZELETTA Haeck. Coque sphéroïdale, lisse, sans corne apic. 6, plus rarement 5-7, sp. oraux simples ou diversement ramifiés, descendants et indépendants. 1 esp. Méd.	**hexanema** Haeck. AR. à la surface en hiver, plus commun entre 100-200 m. (Pl. 54, fig. 4).
27 Coques bivalves à symétrie bilatérale, les 2 valves réunies entre elles.	S/ordre des **Phoeoconchia** (H.) Haecker.		
	Fam. des *CONCHARIDAE* Haeckel. Coques sphéroïd. ou lenticulaires, constituées par 2 valves, percées de nombr. pores. Valves peuvent avoir les bords lisses et être réunies entre elles par 1 ligament	g. CONCHARIUM Haeck. Coque presque sphérique sans cornes au pôle aboral. Valves réunies par 1 ligament plasmat. sans engrenage dentiforme. 1 esp. Méd.	**diatomeum** Haeck. R., occasionnel à la surface en hiver. Forme de profondeur, entre 100 et 200 m.

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
	plasmat., ou les avoir dentelés, et dans ce cas la réunion se fait par 1 engrenage dentiforme. Au pôle oral existe toujours 1 fente buccale. Pas de sp. r., à leur place existent souvent, au pôle aboral, des cornes, 1 sur chaque valve, et, parfois, des cornes semblables latérales. Stades polycystinés fréquents. 2 g. Méd.	g. Conchidium H. Coque subsphérique, 1 corne aborale sur chaque valve. Engrenage dentiforme entre les valves. 1 esp. Méd.	**argiope** Haeckel. AR., occasionnel à la surface en hiver. (Pl. 54, fig. 5).
— Coques bivalves à symétrie bilatérale, les 2 valves indépendantes l'une de l'autre.	S/ordre des **Phoeodendria** Haecker. Fam. des *COELODENDRIDAE* (H.) Haecker. Coques à 2 valves indépendantes, sans ligament ni engrenage dentiforme, à parois très minces, perforées de pores fins. Valves sont surmontées de coupoles creuses, sur lesquelles sont implantés les sp. tubiformes, 3, ou plus, sur chaque valve; ils sont rarement simples, généralement abondamment ramifiés, et leurs branches, en s'anastomosant, peuvent former une sorte de coque second. buissonnante, d'apparence bivalve. Coupoles sont percées soit de simples ouvertures (narines) (Pl. 38, fig. 6), soit d'être munies de tubes particuliers (rhinocannes), avec 1 ou 2 freins (Pl. 38, fig. 7). 2 s/fam.		
	1/s/fam. des COELODENDRINAE (Haeckel). Coupoles avec simples narines. Sans ou avec coques second. buissonnantes. 2 g. Méd.	g. Coelodendrum H. 3 sp. tubulaires sur chaque valve, dichotomisés ou abondamment ramifiés, ne formant pas de coque secondaire. 1 esp. Méd.	**gracillimum** Haeck. D. 1-1,2 mm. CC. à la surface en hiver. (Pl. 54, fig. 6). (les esp. *ramosissimum* et *furcatissimum* de Haeckel semblent n'être que des var. de *gracillimum*).
		g. Coelodasea Haeck. Sp. tubulaires très ramifiés, dont les branches, en s'anastomosant entre elles, forment	**ramosissimum** Haeck. D. 2-2,5 mm. AR. en hiver en surface.

Clef pour familles	Familles et leurs diagnoses	Genres et leurs caractères	Espèces méditerranéennes
		1 coque externe irrégulière, d'apparence spongieuse. 1 esp. Méd.	
	2/s/fam. des COELOGRAPHINAE Haeckel. Valves avec rhinocannes, retenues par 1 ou 2 freins, ayant 3, ou plus, sp. tubulaires très ramifiés, dont les branches peuvent former, ou non, 1 coque second. bivalve buissonnante. 2 g. Méd.	g. COELOTHAMNUS H. Chaque valve avec rhinocanne et 2 freins et 8 sp. tubulaires ramifiés, dont les branches ne forment pas de coque second. 1 esp. Méd.	**davidoffi** Bütschli. D. 1,8 mm. RR., occasionnel à la surface en hiver.
		g. COELOGRAPHIS H. Chaque valve avec rhinocanne et 1 frein (Pl. 54, f. 7) et 3 sp. tubiformes ramifiés, formant par anastomose de leurs branches 1 coque second. buissonnante. 1 esp. Méd.	**gracillima** Haeck. D. 3,2 mm. R., occasionnel en hiver.
	RADIOLAIRE « INCERTAE SEDIS ». Fam. des *STICHOLONCHIDAE* Poche. Corps plasm. cordiforme, sans membr., à symétrie bilatér., déprimé dorsalement. Squelette discontinu, sp. creux de 2 sortes : petits, courbés, tangentiels, et gros spathulés, réunis par 18-20 en 14 rosettes. Cap. c. reniforme, mamelonnée avec tubules pour passage des axopodes et des pseudopodes. Noyau reniforme, avec 1 corps central. 1 g. Méd.	g. STICHOLONCHE Hertwig. Caractères de la fam. 1 esp. Méd.	**zanclea** Hertwig. D. 1-2 mm. CC. à la surface pendant la saison froide. (Pl. 55, fig. 1, 2, 3).

INDICATIONS PRATIQUES

La récolte des Radiolaires peut se faire avec les filets planctoniques ordinaires, et pour leur fixation, en vue d'études morphologiques et systématiques, on emploie généralement soit le Formol neutre à 5 %, soit le Picroformol. La structure des coques est parfois difficile à déceler chez certains Sphaerellaires, tels que les Pylodiscines et les Larcoïdés. Leur reconnaissance sera facilitée par l'emploi du liquide éclaircissant de G. Faure, qu'il s'agisse du matériel vivant ou fixé. Quant aux études cytologiques, pour lesquelles toutes les techniques usuelles modernes peuvent être utilisées, la confection des coupes au microtome présente souvent des difficultés à cause du squelette siliceux des Radiolaires, qui ébrèche généralement les rasoirs et ne permet pas souvent d'obtenir des séries complètes.

Ouvrages à consulter

POUR LES RADIOLAIRES EN GÉNÉRAL

1905-1913. Borgert, A. — Die trypileen Radiolarien der Plankton-Expedition. — *Ergebn. Plankton-Exped.*, T. 3.

1885. Brandt, K. — Die Koloniebildenden Radiolarien (Sphaerozoen) des Golfes von Neapel. — *Staz. Zool. Napoli*, Monogr. 13.

1862. Haeckel, E. — Die Radiolarien. — Monographie, Berlin.

1887. Haeckel, E. — Report on the Radiolaria collected by H.S.M. Challenger during the Years 1873-1876. — *Challenger, Report Zoology*, Vol. 18.

1908. Haecker, V. — Tiefsee Radiolarien. — *Wiss. Ergebn. Tiefsee Expedit. Valdivia*, T. 14.

1953. Hollande, A. et M. Enjumet. — Contribution à l'étude biologique des Sphaerocollides (Radiolaires Collodaires et Radiolaires Polycyttaires) et de leurs parasites. Part. 1. — *Ann. Sc. Nat.*, *Zool.* et *Biol.*, T. 15, f. 1.

1954. Hollande, A. et M. Enjumet. — Sur l'existence d'axopodes et d'un complexe centroplastique chez les Radiolaires. — *C.R. Ac. Sc.*, Paris, T. 238, p. 1841.

1955. Hollande, A. et M. Enjumet. — Parasites et cycle évolutif des Radiolaires et des Acanthaires. — *Bull. Stat. Aquicult.* Castiglione, N. S., N 7.

1953. Hovasse, R. et E. N. Brown. — Contributions à la connaissance des Radiolaires et de leurs parasites Syndiniens. — *Ann. Sc. Nat.*, *Zool.* et *Biol.*, Ser. 11, T. 15.

1908-1913. Popofsky, A. — I. Die Radiolarien der Antarctis. II. Die Sphaerellarien und Nassellarien des deutschen Südpolar Exped. — *Ergebn. Südpolar Exped.*, T. 10, 12, 14.

1909, 1914, 1929. Schröder, O. — Die nordischen Spumellarien, Nassellarien, Sphaerocolliden. — *Nordisches Plankton*, lief. 11, 16, 17.

1913. Schröder, O. — Die Tripyleen Radiolarien (Phoeodarien) des deutschen Südpolar Exped. — *Ergebn. Südpolar Exped.*, T. 14.

1953. Trégouboff, G. — Classe des Radiolaires. — *Traité de Zoologie*, P. Grassé, T. 1., f. 2.

POUR STICHOLONCHE ZANCLEA

1883. Fol, A. — Sur le *Sticholonche zanclea* et un nouvel ordre des Rhizopodes. — *Mém. Inst. Nat.*, Genève, Vol. 15.

1954. Hollande, A. et M. Enjumet. — Morphologie et affinités du Radiolaire *Sticholonche zanclea* Hertwig. — *Ann. Sc. Nat.*, *Zoologie*, T. 16, f. 2.

Explications des planches

Planche 38. RADIOLAIRES SPUMELLAIRES COLLODARIES

Fig. 1. *Thalassicolla nucleata* Huxley. Surface externe de la cap. c. montrant la localisation des pores dans les champs polygonaux, d'après Hertwig; fig. 2. *Tridictyopus elegans* Hertw. Capsule centrale avec le champ de pores, le podocone, le noyau (n) et 2 globules d'huile (gh), d'après Hertwig; fig. 3. *Tuscarora nationalis* Borgert. Capsule centrale tripylée typique, d'après Borgert : as-astropyle; cc-membrane de la cap. c.; n- noyau; parap-parapyles; pr-proboscis; fig. 4. Spicule initial d'une coque de Nassellaire, type à 4 branches, d'après Jörgensen; fig. 5. Spicule initial d'une coque de Nassellaire à 5 branches (type *Plagiocarpa*), d'après Schröder : ad - sp. apical dorsal; bd - sp. basal dorsal; bld - sp. basal latéral droit; blg - sp. basal latéral gauche; vs - sp. vertical sagittal; fig. 6. *Coelodendrum ramosissimum* Haeckel. Figure schématique d'une coupole, montrant les narines et les pores, d'après Haecker; fig. 7. *Coeloplegma murrayanum* Haeckel. Coque bivalve, d'après Haeckel, montrant : as-astropyle; cap. c.-capsule centrale; fr.-frein; n-noyau; ph-phoeodium; rh-rhinocannes; fig. 8. *Thalassolampe margarodes* H. *in vivo*, d'après Haeckel; fig. 9. *Thalassolampe margarodes H.* Membrane nucléaire avec papilles caryoplasmiques, passant par des pertuis, d'après Hollande et Enjumet; fig. 10. *Physematium mülleri* Sch. Spicules de la calymma, d'après Haeckel; fig. 11. *Thalassicolla pellucida* Haeck. *in vivo*, Orig.; fig. 12. *Thalassicolla spumida* Haeck. Membrane nucléaire avec nombreuses papilles caryoplasmiques à peu près uniformes, d'après Hollande et Enjumet.

Planche 39. RADIOLAIRES SPUMELLAIRES COLLODARIES

Fig. 1. *Thalassoxanthium sp.* (*punctatum* Haeck. ?), d'après Hollande et Enjumet; fig. 2. *Thalassoxanthium sp.* Spicules de calymma, d'après Hollande et Enjumet; fig. 3. *Thalassophysa sanguinolenta* Haeck. Stade *Myxobrachia*, d'après Hollande et Enjumet; fig. 4. *Thalasophysa sanguinolenta* Haeck. au stade polycyttaire très jeune = *Collozoum pelagicum*, d'après Hollande et Enjumet; fig. 5. Zooxanthelles de *Thalassophysa sanguinolenta* Haeck.; A-stade végétatif; B-stade flagellé avec noyau au repos, d'après Hollande et Enjumet; fig. 6. *Thalassophysa spiculosa* Brandt. Différents types de spicules, d'après Hollande et Enjumet; fig. 7. *Thalassophysa spiculosa* Brandt en voie de transformation en colonie polycyttaire, d'après Hollande et Enjumet; fig. 8. *Thalassophysa (Thalassopila) cladococcus* (Haeck.), d'après Hollande et Enjumet; fig. 9. *Collozoum inerme* Müller : A-colonie à l'état végétatif; B-colonie en voie de sporogénèse, d'après Haeckel.

Planche 40. RADIOLAIRES SPUMELLAIRES COLLODARIES

Fig. 1. *Collozoum inerme* Müller. Capsule centrale isolée avec 1 globule d'huile central, les zooxanthelles et les pseudopodes ectoplasmiques périphériques, d'après Haeckel; fig. 2. *Sphaerozoum punctatum* Müller. Capsule centrale isolée avec 1 globule d'huile central, les zooxanthelles, les pseudopodes ectoplasmiques péricapsulaires et les spicules géminés, d'après Brandt; fig. 3. *Sphaerozoum punctatum* Müller. 3 spicules, d'après Haeckel; fig. 4. *Sphaerozoum (Rhaphidozoum) neapolitanum* Brandt. Stade jeune, montrant la disposition tangentielle des spicules et l'agglomération centrale des capsules centrales, Orig.; fig. 5. *Sphaerozoum (Rhaphidozoum) neapolitanum* Brandt. Divers types de spicules dans la colonie adulte, d'après Brandt; fig. 6. *Belonozoum acuferum* Brandt. Spicules, d'après Haeckel; fig. 7. *Myxosphaera coerulea* (Haeck.). Colonie sphérique avec les capsules centrales périphériques et une grande cavité centrale, d'après Brandt; fig. 8. *Myxosphaera coerulea* (Haeck.). Capsule centrale isolée, montrant 1 globule d'huile central, entouré d'une zone pigmentaire bleue, ainsi que les cristaux albuminoïdes, d'après Haeckel; fig. 9. *Collosphaera huxleyi* Müller. Coque individuelle ajourée, d'après Brandt; fig. 10. *Collosphaera huxleyi* Müller. Étirement en biscuit d'une coque au cours de la division végétative, d'après Brandt; fig. 11. *Acrosphaera spinulosa* Haeckel. Coque individuelle, d'après Haeckel; fig. 12. *Siphonosphaera tenera* Brandt : A-partie de la coque, vue de face; B-partie de la coque, vue de profil, montrant les expansions tubulaires de gros orifices de la coque, d'après Brandt.

Planche 41. RADIOLAIRES SPUMELLAIRES SPHAERELLAIRES

Fig. 1. *Cenosphaera inermis* Haeck., d'après Haeckel; fig. 2. *Ethmosphaera siphonophora* Haeck., d'après Haeckel; fig. 3. *Thecosphaera inermis* Haeck., d'après Haeckel; fig. 4. *Plegmosphaera exodictyon* Haeck. Partie de la coque spongieuse, d'après Haeckel; fig. 5. *Spongodictyon trigonizon* Haeck. : 2 coques médullaires avec une partie de la coque corticale spongieuse, irrégulière, d'après Haeckel; fig. 6. *Staurosphaera jacobi* Haeck., Orig.; fig. 7. *Hexalonche amphisiphon* Haeck., d'après Haeckel; fig. 8. *Hexalonche amphisiphon* Haeck. Coque médullaire, d'après Haeckel; fig. 9. *Hexacontium asteracanthion* Haeck., d'après Haeckel; fig. 10, *Acanthosphaera acufera* Haeck., d'après Haeckel; fig. 11. *Cladococcus (Elaphococcus) cervicornis* Haeck., d'après Haeckel.

Planche 42. RADIOLAIRES SPUMELLAIRES SPHAERELLAIRES

Fig. 1. *Cladococcus bifurcus* Haeck., d'après Haeckel; fig. 2. *Heliosphaera echinoides* Haeck., d'après Haeckel; fig. 3. *Haliomma capillaceum* Haeck., d'après Haeckel; fig. 4. *Heliosoma echinaster* Haeck., d'après Haeckel; fig. 5. *Heliosoma echinaster* Haeck. : coque médullaire et 1 spicule radiaire, d'après Haeckel; fig. 6. *Leptosphaera hexagonalis* Haeck., Orig.; fig. 7. *Diplosphaera gracilis* Haeck. Un spicule radiaire avec une partie de la coque, ornée de spicules secondaires, d'après Haeckel; fig. 8. *Actinomma trinacrium* Haeck., d'après Haeckel; fig. 9. *Actinomma trinacrium* Haeck. Coques médullaires et leurs rapports avec la coque corticale, d'après Haeckel; fig. 10. *Actinomma trinacrium* Haeck. Coupe optique de 2 coques médullaires, d'après Haeckel.

Planche 43. RADIOLAIRES SPUMELLAIRES SPHAERELLAIRES

Fig. 1. *Arachnosphaera myriacantha* Haeck., d'après Haeckel; fig. 2. *Rhizoplegma radicatum* Haeck.; partie du squelette, montrant la coque médullaire et la coque corticale spongieuse, d'après Haeckel; fig. 3. *Octodendron spathillatum* Haeck., d'après Haeckel; fig. 4. *Octodendron spathillatum* Haeck. Extrémité distale du spicule radiaire avec petits spicules secondaires spatulés, d'après Haeckel; fig. 5. *Spongosphaera strepta-*

cantha Haeck., d'après Haeckel; fig. 6. *Spongosphaera streptacantha* Haeck. Rapports de 2 coques médullaires avec la coque corticale spongieuse, d'après Haeckel; fig. 7. *Rhizosphaera trigonacantha* Haeck., d'après Haeckel; fig. 8. *Rhizosphaera trigonacantha* Haeck. Squelette d'un individu jeune, d'après Haeckel.

Planche 44. RADIOLAIRES SPUMELLAIRES SPHAERELLAIRES

Fig. 1. *Cenellipsis faceta* Haeck., Orig.; fig. 2. *Spongurus cylindrus* Haeck., Orig.; fig. 3. *Cyphonium ceratospyris* Haeck., d'après Haeckel; fig. 4. *Cyphonium ceratospyris* Haeck. 2 coques médullaires, d'après Haeckel; fig. 5. *Heliodiscus asteriscus* Haeck., d'après Haeckel; fig. 6. *Phacodiscus clypeus* Haeck. Coupe sagittale, montrant les 2 coques médullaires, d'après Haeckel; fig. 7. *Coccodiscus darwini* Haeck., d'après Haeckel; fig. 8. *Porodiscus orbiculatus* Haeck., d'après Haeckel; fig. 9. *Perichlamydium saturnus* Haeck., d'après Haeckel; fig. 10. *Stylodictya multispina* Haeck., d'après Haeckel.

Planche 45. RADIOLAIRES SPUMELLAIRES SPHAERELLAIRES

Fig. 1. *Stylochlamydium asteriscus* Haeck., d'après Haeckel; fig. 2. *Amphymenium pupula* Haeck., d'après Haeckel; fig. 3. *Amphicraspedum wyvilleanum* Haeck., d'après Haeckel; fig. 4. *Euchitonia mülleri* Haeck., d'après Haeckel; fig. 5. *Spongodiscus mediterraneus* Haeck., d'après Haeckel; fig. 6. *Stylotrochus huxleyi* Haeck., d'après Haeckel; fig. 7. *Spongotrochus brevispinus* Haeck., d'après Haeckel; fig. 8. *Dictyocoryne euchitonia* Haeckel, d'après Haeckel.

Planche 46. RADIOLAIRES SPUMELLAIRES SPHAERELLAIRES

Fig. 1. Schéma de la disposition de 3 ceintures dans une coque trizonale, d'après Schröder : l-ceinture latérale, s-ceint. sagittale, t-ceint. transversale; fig. 2. Coque trizonale du type *Larnacilla* : A-aspect dorsal, B-aspect basal, C-aspect latéral, d'après Haeckel; fig. 3. *Pylolena inermis* Haeck., d'après Haeckel; fig. 4. *Hexapyle dodecantha* Haeck., d'après Haeckel; fig. 5. *Amphipyle tetraceros* Haeck., d'après Haeckel; fig. 6. *Tetrapyle octacantha* Müller, complété d'après Hertwig; fig. 7. *Octopyle decastyle* Haeck., d'après Haeckel; fig. 8. *Spirema melonia* Haeck., d'après Haeckel; fig. 9. *Lithelius spiralis* Haeck., d'après Haeckel; fig. 10. *Lithelius primordialis* Hertwig. Enroulement spiralé central, d'après Hertwig; fig. 11. *Phorticium pylonium* Haeck., d'après Haeckel; fig. 12. *Soreuma irregulare* Haeck., d'après Haeckel.

Planche 47. RADIOLAIRES NASSELLAIRES

Fig. 1. *Cystidium princeps* (?) Haeck. *in vivo*, d'après Haeckel; fig. 2. *Cystidium sp.* Spicule apical unique, d'après Hollande et Enjumet; fig. 3. Spicule initial de *Plectacantha*, d'après Popofsky; fig. 4. Spicule initial, formant passage de *Plagiocarpa* à l'*Archicircus*, d'après Popofsky; fig. 5. *Triplagiacantha abietina* Hertw. *in vivo*, d'après Hertwig : fig. 6. *Tetraplagia abietina* Haeck., Orig.; fig. 7. *Plagiocarpa procortina* Haeck., d'après Haeckel; fig. 8. *Archicircus hertwigi* Haeck., d'après Haeckel; fig. 9. *Zygocircus productus* Bütschli, d'après Hertwig; fig. 10. *Cortina tripus* Haeck., d'après Haeckel.

Planche 48. RADIOLAIRES NASSELLAIRES

Fig. 1. *Semantis distephanus* Haeck., d'après Haeckel; fig. 2. *Zygostephanus mülleri* Haeck., d'après Haeckel; fig. 3. *Eucoronis nephrospyris* Haeck., d'après Haeckel; fig. 4. *Prismatium tripleurum* Haeck., d'après Haeckel; fig. 5. *Pseudocubus obeliscus* Haeck., d'après Haeckel; fig. 6. *Tridictyopus elegans* Hertw., Orig.; fig. 7. *Euscenium eucolpium* Haeck., d'après Haeckel; fig. 8. *Pteroscenium pinnatum* Haeck. Aspect latéral, d'après Haeckel; fig. 9. *Pteroscenium pinnatum* Haeck. Coupe verticale, d'après Haeckel; fig. 10. *Cyrtocalpis urceolus* Haeck., d'après Haeckel.

Planche 49. RADIOLAIRES NASSELLAIRES

Fig. 1. *Dictyophimus tripus* Haeck., d'après Haeckel; fig. 2. *Tripocyrtis plectaniscus* Haeck., d'après Haeckel; fig. 3. *Lithomelissa thoracites* Haeck., d'après Haeckel; fig. 4. *Lamprodiscus laevis* Hertw., Orig.; fig. 5. *Eucecryphalus gegenbauri* Haeck., d'après Haeckel; fig. 6. *Litharachnium tentorium* Haeck., d'après Haeckel; fig. 7. *Litharachnium tentorium* Haeck. Tête et partie supérieure du thorax, d'après Haeckel; fig. 8. *Sethophormis eupilium* Haeck., d'après Haeckel; fig. 9. *Acanthocorys umbellifera* Haeck., d'après Haeckel; fig. 10. *Arachnocorys circumtexta* Haeck., d'après Haeckel.

Planche 50. RADIOLAIRES NASSELLAIRES

Fig. 1. *Carpocanium diadema* Haeck., d'après Haeckel; fig. 2. *Sethocyrtis oxycephalus* Haeck., d'après Haeckel; fig. 3. *Sethocorys achillis* Haeck., d'après Haeckel; fig. 4. *Dictyocephalus mediterraneus* Haeck., d'après Haeckel; fig. 5. *Sethocapsa pyriformis* Haeck., d'après Haeckel; fig. 6. *Pterocorys carinata* Haeck., d'après Haeckel; fig. 7. *Theopilium cranoides* Haeck., d'après Haeckel; fig. 8. *Corocalyptra emmae* Haeck., d'après Haeckel; fig. 9. *Dictyoceras virchowi* Haeck., d'après Haeckel; fig. 10. *Pterocanium trilobum* Haeck., d'après Haeckel; fig. 11. *Theoconus zancleus* Haeck., Orig.; fig. 12. *Theocorys veneris* Haeck., d'après Haeckel; fig. 13. *Theocapsa aristotelis* Haeck., d'après Haeckel; fig. 14. *Artopilium anomalum* Haeck., d'après Haeckel; fig. 15. *Lithostrobus conulus* Haeck., d'après Haeckel; fig. 16. *Eucyrtidium cienkowskii* Haeck., d'après Haeckel.

Planche 51. RADIOLAIRES NASSELLAIRES

Fig. 1. *Spirocyrtis holospira* Haeck., d'après Haeckel; fig. 2. *Anthospyris arachnoides* Haeck., d'après Haeckel; fig. 3. *Ceratospyris polygona* Haeck., d'après Haeckel; fig. 4. *Lophospyris acuminata* Haeck., d'après Haeckel; fig. 5. *Pylospyris trinacria* Haeck., d'après Haeckel; fig. 6. *Amphispyris sternalis* Haeck., d'après Haeckel; fig. 7. *Nephrospyris renilla* Haeck., d'après Haeckel; fig. 8. *Botryopyle dictyocephalus* Haeck., d'après Haeckel; fig. 9. *Phormobotrys hexathalamia* Haeck., d'après Haeckel.

Planche 52. RADIOLAIRES PHOEODARIES

Fig. 1. Capsule centrale tripylée d'un Phoeodarié *(Aulacantha)*, fixée à l'acide osmique, d'après Hertwig; fig. 2. *Phoeocolla ambigua* Borg. Stade dicystiné, d'après Borgert; fig. 3. *Cementella loricata* Borgert, d'après Borgert; fig. 4. *Cannobelos cavispicula* (Haeck.). Orig., fix. Bouin, Carmin boracique; fig. 5. *Aulacantha scolymantha* Haeck. Orig., fix. Bouin, Hémalaun; fig. 6. *Aulographis pandora* Haeck. Extrémité distale d'un spicule radiaire, d'après Immermann; fig. 7. *Aulosphaera trigonopa* Haeck., d'après Haeckel; fig. 8. *Coelacantha ornata* Borg., d'après Borgert; fig. 9. *Coelacantha sp.* Coque interne avec pylum et réseau superficiel des crêtes, d'après Borgert.

Planche 53. RADIOLAIRES PHOEODARIES

Fig. 1. *Sagena tenaria* Haeck. Une maille de la coque, d'après Haeckel; fig. 2. *Sagoscena gracilis* Haeck. Une maille de la coque, montrant le spicule radiaire, implanté au sommet du faisceau pyramidal des bâtonnets. Orig.; fig. 3. *Castanidium variabile* Borg., d'après Schmidt; fig. 4. *Porospathis holostoma* (Cleve), d'après Borgert; fig. 5. *Circoporus sexfuscinus* (Haeck.), d'après Borgert; fig. 6. *Protocystis xiphodon* Haeckel, d'après Borgert; fig. 7. *Challengeron naresii* (Murray). Coupe transversale de la paroi, montrant la structure diatoméenne, d'après Haecker; fig. 8. *Challengeron diodon* Haeck., d'après Borgert; fig. 9. *Challengeron willemoesii* Haeck., d'après Borgert.

Planche 54. RADIOLAIRES PHOEODARIES

Fig. 1. *Miracella ovulum* Borg., *in vivo*, d'après Borgert; fig. 2. *Medusetta parthenopaea* Borgert, d'après Borgert; fig. 3. *Euphysetta lucani* Borg., d'après Borgert; fig. 4. *Gazeletta hexanema* Haeck., d'après Haeckel; fig. 5. *Conchidium argiope* Haeck., d'après Borgert; fig. 6. *Coelodendrum gracillimum* Haeck. Orig., fix. Bouin, Carmin boracique; fig. 7. *Coeloplegma murrayanum* Haeck. Structure d'une coupole de la valve, montrant la rhinocanne et son frein, d'après Haeckel.